

El pensament sistèmic com una aportació des  
de la complexitat per avançar en  
l'ambientalització curricular.  
El cas d'una proposta educativa per a treballar els vectors  
ambientals a l'educació secundària.

Autoria: Marta Gual Oliva

Direcció: Dr. Josep Bonil Gargallo i Dra. Genina Calafell Subirà

Tesi doctoral

Grup de Recerca Còmplex

Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals

Facultat de Ciències de l'Educació

Universitat Autònoma de Barcelona

Març de 2015



El pensament sistèmic com una aportació des  
de la complexitat per avançar en  
l'ambientalització curricular.  
El cas d'una proposta educativa per a treballar els vectors  
ambientals a l'educació secundària.

Treball d'investigació realitzat per

**Marta Gual Oliva**

Per optar al títol de Doctora corresponent als estudis de Doctorat en  
Didàctica de les Matemàtiques i de les Ciències Experimentals  
del Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències  
Experimentals de la Universitat Autònoma de Barcelona

Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals

Facultat de Ciències de l'Educació

Universitat Autònoma de Barcelona

Març de 2015

Grup de Recerca Còmplex / 2014 SGR 543 / EDU2012-39027-C03-01





**Universitat Autònoma  
de Barcelona**

Facultat de Ciències de l'Educació

Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals

**El pensament sistèmic com una aportació des  
de la complexitat per avançar en  
l'ambientalització curricular.**

**El cas d'una proposta educativa per a treballar els vectors  
ambientals a l'educació secundària.**

Autoria:

**Marta Gual Oliva**

Direcció de la tesi:

**Dr. Josep Bonil Gargallo**

**Dra. Genina Calafell Subirà**

Bellaterra, març de 2015

Grup de Recerca Còmplex / 2014 SGR 543 / EDU2012-39027-C03-01



# Agraïments

Durant els anys de realització d'aquesta tesi, en diverses ocasions he imaginat el moment d'escriure els agraïments. Imaginava estar asseguda a casa, davant l'ordinador i amb una tassa de cafè ben calent, hauria de ser de nit perquè sempre convidava a escriure de manera més íntima, i hauria de ser un moment d'eufòria i d'alliberament perquè significaria que el camí havia arribat al final.

Avui, dimarts disset de març de 2015 a les 12:50 hores del migdia em trobo asseguda a la biblioteca de Palafrugell davant l'ordinador. Sense cafè -que ja no en prenc-, amb taps a les orelles -que sinó em desconcentro- i amb un nus a l'estómac i la gola seca.

Fa por mirar enrere, és vertiginós tot el que ha a passat (i el que no ha arribat a passar!) des del desembre de l'any 2009 quan, asseguda als bancs de fora la Saleta amb la Natasha, la Caro, el Pancho, i diria que també el Carlos, vaig decidir que sí, que volia seguir investigant i que m'embarcava en el viatge de fer una tesi doctoral. Gràcies a tots els companys i companyes de doctorat per haver estat al meu costat durant aquests anys, ajudant-me a prendre decisions acadèmiques i personals, he guanyat moltes amistats en aquest viatge.

Calia pujar a la secretaria del Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals de la Universitat Autònoma de Barcelona, on la Begoña Isla i el Benjamín Daza m'explicarien el que calia fer per formalitzar la inscripció. I no només m'explicarien això, el personal d'administració i serveis d'aquest departament m'ha donat suport en tot el que sempre he necessitat. Per això vull agrair també a l'Àngels Salas i al Ton Vendrell, el seu paper en aquesta història, i a la Carme Sena i la Sònia Vera pel suport logístic (i moral!).

Poc em pensava que el despatx G5-128 esdevindria la meva segona casa. El Josep Bonil i la Conxita Márquez em van oferir l'oportunitat de gaudir d'una beca de suport a la recerca que em va obrir les portes a un món que per mi era totalment desconegut i al qual mai hagués pensat que accediria. Moltes gràcies per confiar en mi des del primer moment, per la vostra paciència i per donar-me el temps d'adaptar-me a la vostra manera de fer. Sense aquesta oportunitat, segurament, avui no estaria escrivint aquestes paraules [cau la primera llàgrima, quina vergonya, sort que no hi ha gaire gent a la biblioteca].

La meva feina com a becària Departament em va permetre conèixer la resta del personal docent i investigador. En aquests anys una amiga s'ha diplomada en magisteri d'educació infantil i sovint em preguntava com era estar a prop de les persones de qui ella havia llegit articles o anat a conferències. Penso moltes vegades el privilegi que he tingut de treballar tant a prop d'aquestes persones i les que han recollit el seu llegat i gràcies a les quals he pogut APRENDRE.

Arribava el moment d'iniciar la tesi i això volia dir incorporar-se al Grup de Recerca Complex i als seus seminaris, les seves paraules, les seves persones, els seus sopars... Encara recordo quan les meves amigues em deien: "Des de que has començat la tesi parles diferent". Gràcies a totes per haver-me ajudat a trobar sentit a pensaments insòlits, gràcies per haver-me donat una casa, un lloc de referència, un relat acadèmic que m'ha ajudat a veure el món amb les vostres ulleres.

Una de les coses que més ha caracteritzat aquesta tesi han estat els viatges (de Terrassa a Palafrugell, de Catalunya a Chile, de Barcelona a Girona...) i en aquests viatges he pogut conèixer altres grups de recerca i les seves maneres de treballar. Gràcies als companys del Laboratorio GRECIA de la Pontificia

Universidad Católica de Chile, i a les companyes del GRECA, de la Universitat de Girona. Compartir els avançaments i els retrocessos amb altres investigadores m'ha ajudat a relativitzar els moments difícils i a aprendre dels errors.

Dos dies abans de començar les vacances de Setmana Santa de l'any 2011 el Josep em diu: "Si vols aquest lloc de feina, és teu. Pensa-t'ho i en parlem després de Setmana santa." (Sí, amb el Josep tot és així, de cop i volta quan ho tens tot controlat, quan tot és estabilitat i sota control se't presenta amb una oferta que no pots rebutjar!). Així que al setembre de 2011 em vaig incorporar a l'equip educatiu de l'Escola del Consum de Catalunya en caràcter de Wally: tocava seguir viatjant, aquest cop per dins del territori català. Gràcies, de debò, moltes gràcies per haver-me acceptat, per haver-me permès formar part de vosaltres [segona llàgrima], pels esforços d'ensenyar-me a fer la feina ben feta, per ensenyar-me la importància de l'alteritat, de la tolerància, de respectar els límits de velocitat...

Això ja s'acaba i em queda el més difícil. Recordo que fa un parell d'anys em van demanar de fer una diapositiva explicant el que el Josep Bonil havia significat per mi. La meua pregunta va ser: a nivell professional, a nivell acadèmic, a nivell personal? No puc desvincular-ho. Quan vaig entrar per primera vegada al teu despatx era una hippy idealista amb ganes de canviar el món i salvar el planeta a través de l'educació ambiental, vuit anys més tard segueixo volent canviar el món i salvar el planeta però tu m'has convertit en una investigadora, m'has ensenyat a ser disciplinada i metòdica, m'has fet dialogar entre l'idealisme i el pragmatisme, m'has fet estimar la docència, m'has obert la porta a un món que desconeixia i sobretot has apostat per mi des del primer dia. Hi ha poques persones amb qui em pugui comunicar només amb una mirada, i tu ets una d'elles. Gràcies Josep. [He aturat el comptador de llàgrimes, òbviament m'havia descomptat]

Genina, gràcies per recollir el guant. Sempre he admirat la teua creativitat i la capacitat de trobar solucions alternatives a les situacions que se t'han presentat. T'agraeixo l'esforç de submergir-te en el caos i haver fet possible l'emergència de l'ordre i del sentit en aquesta tesi.

La família... Assumpta, Robert gràcies pels valors d'exigència, responsabilitat, autonomia i tenacitat que m'heu transmès amb els anys, i gràcies per fer-me estimar la vida. Uri, gràcies per ser-hi SEMPRE incondicionalment, Sílvia me n'alegro molt que formis part d'aquesta família, la senzillesa i la humilitat són virtuts que sempre he admirat de qui les tenia. Nunu, Mí, Ivet, Anna, Michael... sense vosaltres no m'hagués pogut aixecar després de cada caiguda. Malick... no sé què dir... bé sí, em sembla que si superem aquesta podrem arribar junts fins allà on vulguem! I a tu fill, Suleymane, quan puguis llegir et vull donar les gràcies per totes les hores robades en aquests primers disset mesos de vida.

Aquesta tesi no hagués estat possible sense la participació dels alumnes dels dos instituts participants, ni la col·laboració del seu professorat que en tot moment es va mostrar molt receptiu a la proposta. Gràcies també a la Marta Morera, de l'Ajuntament de Rubí i a l'equip d'educadors ambientals que van atrevir-se a posar a la pràctica el material didàctic.

Ha estat un privilegi per mi compartir aquests anys amb tots vosaltres. Us agraeixo que hagueu format part d'aquest projecte i que cadascú en la seva mesura hagi contribuït a fer-lo possible.

Llofriu, març de 2015



# Índex de continguts

Introducció.....	xiii
<b>CAPÍTOL I. FINALITAT I OBJECTIUS .....</b>	<b>23</b>
I.1. Finalitat de la recerca.....	25
I.2. Objectius i preguntes que orienten la recerca .....	26
I.2.1. Objectiu 1 .....	26
I.2.2. Objectiu 2 .....	26
<b>CAPÍTOL II. MARC TEÒRIC.....</b>	<b>31</b>
II.1. Punt de partida .....	34
II.2. Una forma d'interpretar el món.....	36
II.2.1. La necessitat d'un canvi en la visió del món.....	36
II.2.2. Veure el món des de la complexitat.....	38
II.2.3. Un repte: buscar noves formes de pensar, sentir i actuar.....	42
II.3. Una forma de construir coneixement sobre el món.....	46
II.3.1. Incorporar la complexitat en la construcció del coneixement.....	46
II.3.2. Conceptualització del pensament sistèmic.....	49
II.3.3. Les dimensions del pensament sistèmic.....	59
II.4. Una forma d'ensenyar i aprendre .....	64
II.4.1. Els processos d'ensenyament i aprenentatge l'ambientalització curricular.....	64
II.4.2. Els reptes d'incorporar el pensament sistèmic l'ambientalització curricular.....	68
Síntesi del capítol II.....	79

## **CAPÍTOL III. POSICIONAMENT METODOLÒGIC.....81**

III.1. Paradigma de recerca .....	83
III.1.1. La investigació qualitativa .....	84
III.1.2. Criteris reguladors en la investigació qualitativa.....	85
III.2. Modalitat de recerca.....	87
III.3.1. El cas d'estudi .....	88
III.3. Planificació de la recerca .....	92
Síntesi del capítol III .....	96

## **CAPÍTOL IV. DISSENY DE LA RECERCA..... 97**

IV.1. Disseny de l'instrument d'anàlisi del pensament sistèmic.....	100
IV.1.1. Característiques de l'instrument .....	100
IV.1.2. Definició de les dimensions de l'instrument d'anàlisi.....	103
IV.1.3. Operativitat de l'instrument.....	105
IV.1.4. Eines d'interpretació i de representació dels resultats.....	109
IV.2. Aplicació de l'instrument d'anàlisi del pensament sistèmic .....	148
IV.2.1. Recollida de la informació.....	148
IV.2.2. Tractament i anàlisi de la informació .....	156
IV.2.3. Tractament de les dades preliminars .....	167
IV.2.4. Obtenció dels resultats .....	177
Síntesi del capítol IV .....	179

## **CAPÍTOL V. ANÀLISI DE LES DADES..... 181**

V.1. Obtenció dels resultats preliminars .....	184
V.1.1. Resultats preliminars del grup I.....	184
V.1.2. Resultats preliminars del grup II .....	187
V.2. Tractament dels resultats preliminars .....	190
V.2.1. Organització de les dades relatives a les dimensions.....	190
V.2.2. Organització de les dades relatives unitat didàctica.....	192
V.3. Interpretació i representació dels resultats.....	195

V.3.1. Gradient d'expressió de les dimensions .....	195
V.3.2. Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica.....	202
Síntesi del capítol V.....	212

## **CAPÍTOL VI. EXTRACCIÓ I DISCUSSIÓ DELS RESULTATS ..... 213**

VI.1. Resultats amb relació a l'objectiu 1: Característiques de l'instrument.....	215
VI.1.1. Pregunta 1.1. Quin és el marc conceptual que permet definir les característiques del pensament sistèmic en el context d'aplicació d'una unitat didàctica sobre conflictes socioambientals urbans?.....	215
VI.1.2. Pregunta 1.2. Quines característiques ha de tenir un instrument d'anàlisi del pensament sistèmic en el marc d'una unitat didàctica sobre conflictes socioambientals urbans? .....	216
VI.2. Resultats amb relació a l'objectiu 2.1: Patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat amb relació a les dimensions .....	218
VI.2.1. Pregunta 2.1.1.1: Com és el gradient d'expressió de les dimensions en el grup I? ....	219
VI.2.2. Pregunta 2.1.1.2: Com és el gradient d'expressió de les dimensions en el grup II?....	236
VI.2.3. Pregunta 2.1.1: Com és el gradient d'expressió de les dimensions ?.....	253
VI.2.4. Pregunta 2.1: Quines característiques presenten els patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat amb relació a les dimensions? .....	260
VI.3. Resultats amb relació a l'objectiu 2.2: Patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat amb relació a la unitat didàctica .....	268
VI.3.1. Pregunta 2.2.1.1: Com és el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica en el grup I? .....	269
VI.3.2. Pregunta 2.2.1.2: Com és el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica en el grup II?.....	292
VI.3.3. Pregunta 2.2.1: Com és el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica?.....	315
VI.3.4. Pregunta 2.2: Quines característiques presenten els patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat amb relació al material didàctic? .....	320
Síntesi del capítol VI .....	335

<b>CAPÍTOL VII. CONCLUSIONS I PERSPECTIVES DE FUTUR...</b>	<b>337</b>
VII.1. Conclusions.....	339
VII.1.1. Conclusions amb relació a l'objectiu 1 .....	339
VII.1.2. Conclusions amb relació a l'objectiu 2.....	343
VII.1.3. Conclusions amb relació a la finalitat .....	357
VII.2. Perspectives de futur .....	363
<b>REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES .....</b>	<b>365</b>
<b>ÍNDEXS D'ACRÒNIMS, TAULES I FIGURES .....</b>	<b>375</b>
<b>ANNEX .....</b>	<b>389</b>



*Vet aquí que una vegada hi havia sis cecs en un poble. Un dia, els habitants del poble se'ls aproximaren i els digueren: "Escolteu! Avui hi ha un elefant al poble!"*

*Els cecs no sabien com era un elefant però de totes maneres van decidir acostar-s'hi i comprovar-ho per ells mateixos.*

# Introducció

La història dels cecs i l'elefant serveix per obrir el document i s'anirà desenvolupant paral·lelament als capítols de la tesi. De la mateixa manera el procés d'elaboració d'aquesta tesi doctoral ha transcorregut paral·lelament a una altra història de crisi social i econòmica, a nivell local i a nivell global, que ha tingut efectes devastadors a molts nivells, però especialment amb relació a la distribució de la riquesa i en l'eixamplament de les desigualtats socials, culturals, econòmiques i ecològiques de la població que s'ha vist afectada. És per això que aquesta tesi vol ser un camí optimista de la crisi cap a l'oportunitat, una via oberta cap a futurs incerts on la imaginació i la creativitat són companys de viatge essencials per no perdre l'esperança, i contribuir així a un canvi dels estils de vida dominants que han desembocat en la situació d'emergència social actual. Des d'aquesta tesi s'aposta per l'educació com un motor de canvi de les societats que pot assumir aquest repte, i en concret a través del canvi en els models interpretatius que permeti concebre els fenòmens del món des d'una visió oberta, multidisciplinària i per què no, transgressora.

Aquesta aposta personal es tradueix en una recerca situada en els processos d'ambientalització curricular dels centres educatius que incorporin els principis de la complexitat en la comprensió dels fenòmens socioambientals. Per poder elaborar una investigació en aquest escenari ha estat necessari recórrer a diversitat de referents per tal de poder construir aquell marc teòric capaç de fonamentar-la i donar-li coherència. És per tot això que les persones lectores trobaran un document amb un fort posicionament ideològic però també amb un plantejament teòric robust que dialoga amb diverses fonts de coneixement, i amb un desenvolupament metodològic articulat a través d'un instrument d'anàlisi concebut des del principi sistèmic, és a dir, que el conjunt de l'instrument es deriva de les parts que el formen i a l'hora cada una de les parts conté la totalitat de l'instrument.

Realitzar una investigació que pretén abordar la incorporació dels principis de la complexitat en l'àmbit educatiu, ha d'incorporar forçosament aquests principis en la seva identitat i per això la lectura d'aquest document pot resultar feixuga en algunes ocasions. Per tal d'alleugerir-la s'ha procurat utilitzar un estil de redacció simple i concret, i es mostra a l'inici de cada capítol un índex específic que orienta la lectura, i en finalitzar el capítol se'n fa una síntesi que destaca els aspectes més rellevants.

El present capítol és la introducció de la recerca i s'estructura en tres apartats. En el primer apartat es presenta la recerca, a continuació es descriu l'escenari on s'ha desenvolupat i finalment es descriu l'organització del document de la recerca.

La següent figura mostra els continguts d'aquest capítol:

<b>Índex de continguts de la introducció</b>	
<b>Presentació de la recerca .....</b>	<b>xv</b>
<b>Escenari de desenvolupament de la recerca .....</b>	<b>xviii</b>
<b>Organització del document de la recerca .....</b>	<b>xix</b>

Figura 1: Índex de continguts de la introducció

## Presentació de la recerca

La recerca que es presenta s'emmarca dins els objectius de treball del Grup de Recerca Còmplex, del Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals de la Universitat Autònoma de Barcelona.

El Grup Còmplex és un grup de recerca consolidat, reconegut com a tal per l'Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca de la Generalitat de Catalunya (2014 SGR 543), coordinat pel Dr. Josep Bonil i la Dra. Mercè Junyent. Les línies principals de recerca d'aquest grup se situen en el camp de la didàctica de la ciències experimentals i en l'educació ambiental. En particular es focalitza en l'ambientalització curricular dels estudis superiors i en la formació de professorat i d'equips educatius de museus i centres de ciències.

Els objectius de treball del Grup Còmplex per als anys 2012-2015 es defineixen a partir del projecte "Un modelo formativo para el desarrollo de competencias profesionales en educación para la sostenibilidad y en educación científica: caracterización, aplicación y evaluación (EDU2012-39027-C03-01)" finançat pel Ministerio de Ciencia e Innovación, del govern espanyol.

La recerca que es presenta s'emmarca dins d'aquest projecte i col·labora en el desenvolupament dels seus objectius. En concret fa aportacions amb relació als següents subobjectius:

*Subobjectiu 1.1. Proposar un marc de competències professionals en Educació per a la sostenibilitat que, incorporant les aportacions de la complexitat i de les tendències actuals d'anàlisi del nostre context social, formi part del perfil competencial dels equips educatius d'institucions d'Educació formal i no formal.*

L'aportació que aquesta recerca fa per aquest subobjectiu es deriva de la caracterització del pensament sistèmic com a eina per al professorat que vulgui promoure l'ús del pensament sistèmic en l'alumnat de secundària.

*Subobjectiu 2.1. Dissenyar, aplicar i avaluar activitats per a equips educatius d'institucions d'Educació formal que afavoreixin el desenvolupament de competències professionals en Educació per a la sostenibilitat.*

L'aportació que aquesta recerca fa per aquest subobjectiu es deriva del disseny i l'aplicació d'una unitat didàctica concebuda per esdevenir un context que permeti a l'alumnat expressar-se utilitzant els components del pensament sistèmic.

A nivell teòric aquesta recerca s'emmarca en els processos d'ambientalització curricular que aposten per la transformació en les formes de pensar, sentir i actuar per avançar cap a formes de pensar integradores de diversitat de sabers, que fonamenta la presa de decisions i les accions estratègiques en el medi des de l'ètica de la responsabilitat. En aquest escenari es defineixen els sistemes com a xarxes de components en constant interacció amb el medi, i es defineix el pensament sistèmic com una forma de construir coneixement a partir d'interpretar els fenòmens del món com a sistemes. A partir de les característiques del pensament sistèmic es defineixen les dimensions del pensament sistèmic que conformaran l'instrument d'anàlisi de la recerca: una eina que pretén analitzar l'ús dels components del pensament sistèmic per part de l'alumnat, i identificar quins són aquells components més significatius per així poder proposar estratègies didàctiques que n'afavoreixin el seu desenvolupament.

Partint d'aquest escenari la perspectiva sistèmica pren rellevància a l'hora d'analitzar i comprendre els fenòmens del món, ja que aquests es desenvolupen en diferents dimensions (social, cultural, econòmica i ecològica) i en diferents escales temporals, tenint en compte la història passada i l'evolució cap a escenaris futurs, i en diferents escales espacials, és a dir, tenint en compte l'impacte local i global dels fenòmens. La incorporació del pensament sistèmic en l'àmbit escolar es concreta en la introducció dels fenòmens socioambientals en el currículum escolar.

Plantejar el pensament sistèmic com una competència necessària presenta alguns reptes que afecten els processos d'ensenyament i aprenentatge. Una revisió a la literatura publicada els últims anys posa de manifest algunes dificultats o esculls que l'alumnat ha tingut a l'hora d'interpretar i comprendre els fenòmens des de la perspectiva del pensament sistèmic.

A nivell metodològic la recerca que es presenta és de caràcter qualitatiu i s'emmarca en el paradigma interpretatiu. La modalitat de recerca es concreta en un estudi de casos instrumental avaluat amb la finalitat de descriure un fenomen amb exhaustivitat per tal de comprendre'l des de la perspectiva dels participants i proposar orientacions per a la millora de la pràctica educativa. Els resultats emergeixen de l'aplicació de l'instrument d'anàlisi del pensament sistèmic, i d'un procés d'anàlisi de caràcter inductiu i deductiu.

Les principals aportacions de la recerca se situen en primer lloc a nivell metodològic amb la definició de l'instrument d'anàlisi que permet la caracterització del pensament sistèmic en contextos educatius i la identificació de patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat. En segon lloc, s'identifiquen patrons d'alumnat a partir del cas estudiat, permetent la caracterització dels components més significatius del pensament sistèmic per poder, en tercer lloc, aportar orientacions didàctiques que permetin avançar en l'ús del pensament sistèmic des d'una perspectiva complexa en la comprensió dels fenòmens socioambientals.

Durant el procés d'elaboració de la tesi doctoral s'han realitzat diverses publicacions i presentacions en congressos i seminaris que es resumeixen a continuació:

- **Publicacions derivades de la tesi doctoral**

Gual, M. (2013). El pensamiento sistémico como vía para avanzar hacia la comprensión de los fenómenos complejos: el caso de los fenómenos ambientales urbanos. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Girona, 1674-1679.

Gual, M.; Bonil, J. (2011). Pintar con la mirada: un contexto para introducir la educación ambiental en Educación Secundaria Obligatoria. *Revista Cuadernos de Pedagogía*, 410, 38-40.

Gual, M.; Bonil, J. (2010). Pintar con la mirada. La ciudad como una oportunidad para trabajar la educación ambiental en el aula. En QUINTANILLA, M.; DAZA, S. & MERINO, C. (Eds.). *Unidades didácticas en Biología y Educación Ambiental. Su contribución a la promoción de competencias de pensamiento científico*. Volumen 4. Pàgines 131-162.



Gual, M. (2009). Propuestas para mejorar la calidad ambiental de vuestro municipio. Material docent on-line. Disponible a: <http://docentes.leer.es/materiales/?nivel=155&capa1n=3-ESO&capa2n=E-Ciencias%20de%20la%20Naturaleza> [última consulta: setembre 2014]

- **Participació en congressos i seminaris**

Gual, M. (2013). *El pensamiento sistémico como vía para avanzar hacia la comprensión de los fenómenos complejos: el caso de los fenómenos ambientales urbanos*. Participació en el simpòsium “Complejidad y Educación Ambiental”, en el IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. Girona, setembre 2013.

Gual, M.; Bonil, J. (2013). *Promoting system thinking as a pathway towards curriculum greening*. Comunicació oral en el 7th World Environmental Education Congress. Marrakech, juny 2013.

Gual, M.; Bonil, J. (2012). *Avaluació de l'ús del pensament sistèmic en alumnat de secundària en la comprensió dels fenòmens ambientals urbans*. Ponència en la 6a Jornada “Estat de la recerca en educació per la sostenibilitat a Catalunya”, Xarxa EduSost. Barcelona, juliol 2012.

Gual, M.; Bonil, J. (2011). *Painting with the eyes: developing systemic thinking in the learning of urban environmental phenomena*. Ponència en la 5a Jornada “Estat de la recerca en educació per la sostenibilitat a Catalunya”, Xarxa EduSost. Barcelona, novembre 2011.

Gual, M.; Bonil, J. (2011). *Developing systemic thinking in the learning of urban environmental phenomena*. Presentació de pòster en la conferència ESERA 2011. Lyon, setembre 2011.

Gual, M.; Bonil, J. (2011). *Painting with the eyes: developing systemic thinking in the learning of urban environmental phenomena*. Participació en taula rodona en el 6th World Environmental Education Congress. Brisbane, juliol 2011.

Gual, M.; Bonil, J. (2011). *Representing complex thinking: a matter of three*. Comunicació oral presentada en la PRISM Research Conference. Postgraduate Researchers Interested in Sustainability Matters. Cheltenham, maig 2011.

Gual, M.; Bonil, J. (2010). *Análisis de las representaciones del alumnado en la comprensión de los fenómenos ambientales en la ciudad desde la perspectiva de la dinámica sistémica: una aproximación teórica*. Comunicació oral presentada en el X Seminario Internacional de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Santiago de Chile, juliol 2010.

Gual, M.; Bonil, J. (2010). *Pintar con la mirada: Una oportunidad para la educación ambiental en el aula*. Presentació d'un pòster en els XXIV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Baeza, juliol 2010.

Gual, M.; Bonil, J. (2010). *The city as an urban ecosystem: A pathway to a causal thinking*. Pòster en la conferència ERIDOB 2010. Braga, juliol 2010.

Gual, M.; Bonil, J. (2010). *Anàlisi de les representacions de l'alumnat en la comprensió dels fenòmens ambientals a la ciutat des de la perspectiva de la dinàmica sistèmica*. Ponència en la 4a Jornada “Estat de la recerca en educació per la sostenibilitat a Catalunya”, Xarxa EduSost. Barcelona, juny 2010.

Gual, M. (2010). *Anàlisi de la causalitat en la comprensió dels fenòmens ambientals a la ciutat*. Participació en simposium en el X Encuentro Estudiantes en Didáctica de la Matemática y las Ciencias Experimentales. Cerdanyola del Vallès, abril 2010.

Gual, M.; Bonil, J. (2010). *Opportunities, difficulties and challenges in the implementation of a teaching unit designed from the causality*. Presentació oral en la II Escola de primavera de Joves Investigadors de la Xarxa REMIC i I Jornades doctorals del Dept. de Didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals de la UAB. Barcelona, abril 2010.

Gual, M.; Bonil, J. (2010). *Oportunidades, dificultades y retos en la aplicación de una unidad didáctica diseñada desde la complejidad*. Comunicació oral en el V Seminario de Investigación en Educación Ambiental y Educación para la Sostenibilidad. Valsaín, març 2010.

La participació en congressos i seminaris d'una banda, i la participació en el treball continuat amb el Grup Còmplex de l'altra, ha permès validar les diferents etapes d'aquesta recerca, especialment pel que fa al plantejament teòric i la construcció de l'instrument de les dimensions del pensament sistèmic, i en segon lloc el procés d'anàlisi i categorització.

Paral·lelament durant l'elaboració d'aquesta tesi, s'han realitzat tutories particulars amb la Dra. Daniela Tilbury de la Universitat de Gloucestershire a Anglaterra, i la Sra. Michaela Mayer, membre de la xarxa per a les iniciatives ambientals de les escoles EOSI..

## **Escenari de desenvolupament de la recerca**

L'escenari de la recerca se situa en la cruïlla entre l'educació formal i els centres de suport a les institucions educatives. En el moment de dur a terme la recerca la investigadora compta amb l'experiència d'haver dut a terme activitats en centres educatius de diversos municipis del Vallès Occidental com a educadora ambiental. A partir d'aquest escenari es proposa a l'Ajuntament d'un d'aquests municipis aprofitar una de les activitats que aquest ofereix als Instituts d'Educació Secundària per tal de desenvolupar-hi la investigació, aprofitant un context educatiu existent i alhora enriquint l'activitat educativa a realitzar sense cap cost econòmic pel consistori. L'Ajuntament hi està d'acord així com els equips educatius dels centres participants.

Per tant, la recerca es duu a terme en el marc de les activitats que l'Ajuntament del municipi ofereix cada any als centres educatius en la Guia d'activitats i Serveis Educatius. Aquesta consisteix en un catàleg de diverses activitats educatives per a l'alumnat dels centres educatius des d'educació infantil fins a educació secundària post obligatòria, que l'ajuntament subvenciona per tal que els centres educatius les puguin dur a terme.

En concret l'activitat que l'Ajuntament ofereix als centres i que es proposa per a desenvolupar-hi la recerca és la realització del crèdit de síntesi amb la temàtica de la gestió ambiental municipal. La realització del crèdit de síntesi o treball de síntesi està inclosa en el currículum d'educació secundària obligatòria i ve determinada pel Decret 143/2007, de 26 de juny, pel qual s'estableix l'ordenació dels ensenyaments de l'educació secundària obligatòria, que defineix el treball de síntesi com "Un conjunt d'activitats d'ensenyament-aprenentatge que s'han de fer en equip, concebudes per desenvolupar competències complexes i comprovar si s'ha aconseguit, i fins a quin punt, que l'alumnat sigui capaç de

relacionar les competències bàsiques treballades en les diferents matèries per a l'aplicació i la resolució de qüestions i problemes relacionats amb la vida pràctica. Aquest treball ha d'integrar continguts de diverses matèries i admet diverses concrecions temporals “. L'ajuntament del municipi ha ofert aquesta activitat als instituts del municipi des del curs 2006-2007 fins el curs 2009-2010, i els cursos en els quals es desenvolupa la present recerca són els dos últims.

Habitualment és el professorat dels centres educatius qui el duu a terme, però en el cas dels instituts que sol·liciten a l'Ajuntament fer aquesta activitat, es contracta una empresa externa de serveis ambientals que desenvolupa el crèdit de síntesi, incloent un equip educatiu extern que s'encarrega de desenvolupar tota l'activitat educativa.

## **Organització del document de la recerca**

El document de la recerca s'organitza en un document en suport escrit i en un document en suport digital que conté els annexos.

El document escrit s'organitza en capítols, apartats i subapartats. Aquesta organització respon a una finalitat de facilitar i estructurar la lectura i la comprensió de la recerca, i s'ha d'entendre cada capítol com una entitat oberta que interacciona amb la resta de capítols i que forma part d'un tot que és el conjunt del document escrit. En el document en suport digital s'hi recull l'Annex, format per aquells documents que poden complementar la comprensió de la recerca i que per la seva envergadura i extensió s'han situat en el document en suport digital per a major comoditat. Tot i això, a la part final del document escrit s'hi ha inclòs una part dels annexos, ja que s'ha considerat que aquests són documents que les persones lectores poden necessitar consultar amb certa freqüència durant la lectura del document escrit i s'ha considerat que tenir-los al final del document aportaria major comoditat.

- **Organització dels capítols**

Tots els capítols s'organitzen en apartats i subapartats, numerats de forma descendent per mantenir la relació de jerarquia. A l'inici de cada capítol es proporciona un índex dels continguts específics del capítol i al final una síntesi de cada capítol amb els aspectes més destacats.

Les il·lustracions que obren cada capítol són autoria de Sílvia Puig Brujas, que ha donat permís per a la seva reproducció en el context d'aquesta recerca.

En la següent figura es mostra un resum de l'organització del document de la recerca per capítols i apartats, i a continuació es descriuen:

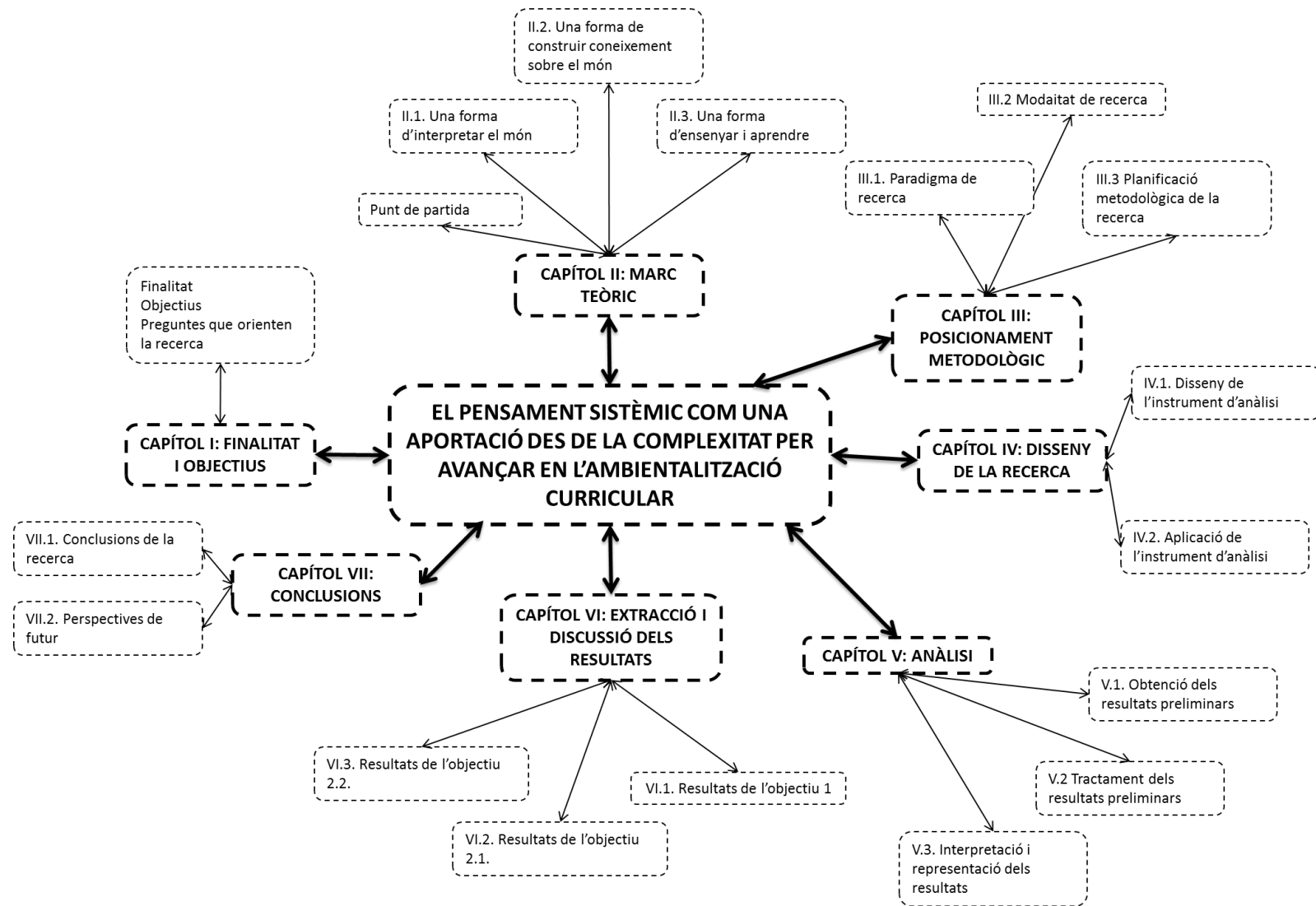


Figura 2: Esquema del document escrit de la recerca

En el primer capítol es plantegen la **finalitat**, els objectius i les preguntes que orienten la recerca.

El segon capítol comprèn el **marc teòric** que fonamenta aquesta recerca i les aportacions que se'n deriven. El capítol s'estructura en quatre apartats. En el primer apartat se situa el punt de partida de la recerca en el marc de l'ambientalització curricular. En el segon apartat es planteja la necessitat d'un canvi en la visió dels fenòmens del món que integra els principis de la complexitat i que es basa en el concepte de sistema. Aquesta visió del món planteja reptes en la forma no només de pensar sinó també en la forma d'actuar i de relacionar-se. En el tercer apartat s'aborden les implicacions en la forma de construir coneixement d'un canvi en els models interpretatius dels fenòmens, i es presenta el pensament sistèmic com una via per a incorporar els principis i teories de la complexitat en la construcció de coneixement. En el quart apartat es discuteixen els reptes a l'hora d'ensenyar i aprendre sobre els fenòmens del món des dels plantejaments exposats i es descriuen les característiques d'una activitat escolar que incorpora el pensament sistèmic com a via cap a l'ambientalització curricular que forma part del procés de canvi amb el qual s'inicia el capítol.

El tercer capítol descriu el **posicionament metodològic** de la recerca. El capítol s'estructura en tres apartats. El primer apartat s'emmarca la recerca dins del paradigma d'investigació presentant a més, els criteris reguladors que permeten aportar fiabilitat i validesa a la recerca. En el segon apartat es concreta la modalitat de recerca i es defineix el cas d'estudi. El tercer apartat presenta el disseny metodològic de la recerca que donarà pas al següent capítol.

El quart capítol consisteix en el **disseny de la recerca** que es fonamenta en l'instrument d'anàlisi del pensament sistèmic. El capítol s'estructura en dos apartats. Així, en el primer apartat es descriu el procés de disseny de l'instrument en el qual es defineixen les seves característiques, es presenta una versió operativa de l'instrument i les eines d'interpretació i representació dels resultats que s'obtenen de la seva aplicació. En el segon apartat del capítol es descriu el procés d'aplicació de l'instrument que va des de la recollida de la informació per tal d'obtenir les mostres d'anàlisi, els processos de tractament de les dades i l'obtenció dels resultats.

El cinquè capítol comprèn el **procés d'anàlisi** de les dades on es descriu el tractament sistemàtic de les dades. El capítol s'estructura en tres apartats. En el primer apartat es presenten els resultats preliminars derivats de l'aplicació de l'instrument d'anàlisi a les dades. En el segon apartat es descriu el procés de tractament i sistematització dels resultats preliminars. I en l'últim apartat es descriu el procés d'interpretació i representació dels resultats. El procés d'anàlisi es descriu a partir d'un exemple concret.

El sisè capítol consisteix en el **extracció i la discussió dels resultats** de la investigació. El capítol s'estructura en tres apartats a partir dels objectius de la recerca. En el primer apartat es descriuen i es discuteixen els resultats pertanyents a l'objectiu 1 de la recerca referent a l'instrument d'anàlisi. En el segon apartat es descriuen i es discuteixen els resultats pertanyents a l'objectiu 2.1 i s'organitzen a partir de les seves preguntes de recerca referents als patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat amb relació a les dimensions del pensament sistèmic. En el tercer apartat es descriuen i es discuteixen els resultats pertanyents a l'objectiu 2.2 i s'organitzen a partir de les seves preguntes de recerca referents als patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat amb relació al material didàctic.

El setè capítol comprèn **les conclusions de la recerca**. El capítol s'estructura en dos apartats. En el primer apartat es presenten les conclusions de la recerca, estructurades en funció dels objectius i de la finalitat de la recerca. El segon apartat situa diversos escenaris de futur per tal de donar continuïtat a aquesta investigació.

En el vuitè capítol es presenten **les referències bibliogràfiques** consultades, segons l'estil de l'Associació Americana de Psicologia (APA) en la sisena edició, que inclou els diversos documents consultats (llibres, revistes, comunicacions en conferències, etc.) per a desenvolupar la recerca.

A continuació s'hi poden trobar els **índexs complementaris** d'acrònims, taules i figures, per a una millor localització d'aquests.

Finalment es presenta **l'Annex**. Tal i com s'ha dit una part es troba en format escrit al final del document i la resta es presenta en format digital dins d'un CD que s'adjunta al final del document escrit. En ell s'hi poden trobar documents relatius a la recollida de la informació, el procés d'anàlisi, o els resultats, que es podran consultar per a un aprofundiment en qualsevol d'aquests aspectes.



*“Un elefant és una columna que sosté una casa”, digué la persona que tocà la pota de l'elefant*

# Capítol I. Finalitat i objectius

Les potes en l'elefant així com les columnes en una casa estableixen les bases per garantir el sosteniment de l'estructura. En una petjada d'un elefant s'hi pot identificar si l'elefant és gros o petit, si anava de pressa o lent. Les columnes d'una casa determinen quin tipus d'edifici s'hi construirà a sobre o els materials que es faran servir. De la mateixa manera la finalitat i els objectius de la recerca situen les bases per garantir el sosteniment de la recerca i determinen quin tipus de preguntes es farà la persona investigadora, quin marc teòric necessitarà construir per respondre-les o quin tipus de resultats espera obtenir.

En aquest capítol es presenta la finalitat de la recerca i s'exposen els objectius i les preguntes que orienten aquesta tesi en l'assoliment de la seva finalitat. El capítol s'estructura en dos apartats. En el primer apartat s'exposa la finalitat de la recerca i en el segon apartat s'exposen els objectius de la recerca.

La següent figura mostra els continguts d'aquest capítol:

<b>Índex de continguts del capítol I</b>	
<b>Finalitat de la recerca .....</b>	<b>25</b>
<b>Objectius i preguntes que orienten la recerca .....</b>	<b>26</b>
<b>Objectiu 1 .....</b>	<b>26</b>
<b>Objectiu 2 .....</b>	<b>26</b>

*Figura 3: Índex de continguts del capítol I*



## I.1. Finalitat de la recerca

Les característiques contemporànies de la relació entre l'ésser humà i la naturalesa reclamen canvis en els estils de vida dominants per fer front a la crisi global i multidimensional. Aquest procés passa per transformar els models interpretatius dels fenòmens del món incorporant els principis i teories de la complexitat, per una forma de plantejar les accions en el medi com a estratègies sotmeses a la incertesa i al no control, i formes de sentir i relacionar-se que apel·lin a la responsabilitat, al respecte i a la recuperació del lligam ésser humà - natura.

Per tal de dur a terme aquests canvis des de l'educació es proposa el marc general de l'ambientalització curricular entès com un procés de canvi de les representacions sobre les causes i les solucions dels conflictes socioambientals i per tant de canvis en els models interpretatius de les persones.

Aquesta proposta comporta assumir reptes tant en la gestió i l'estructura dels centres educatius, com en els continguts curriculars de les matèries. I en concret haurà d'orientar els processos d'ensenyament i aprenentatge a partir de models coherents amb els plantejaments de l'ambientalització curricular que presentin a l'alumnat fenòmens prou significatius per a generar la seva implicació en el propi procés d'aprenentatge.

És en aquest sentit que el pensament sistèmic esdevé una aproximació pertinent als plantejaments de l'ambientalització curricular que incorpora els principis de la complexitat, en el repte d'oferir la vivència de models alternatius que permetin el canvi de les actituds i comportaments individuals i col·lectius per a la construcció d'un món socialment i ecològicament just.

En aquest escenari la recerca es pregunta quines estratègies didàctiques es poden aportar per tal de promoure l'ús del pensament sistèmic en el context de la realització d'activitats d'ambientalització curricular. D'aquesta manera es busca conèixer les característiques de la interacció entre l'alumnat i els continguts proposats i comprendre fins a quin punt l'ús del pensament sistèmic és significatiu a l'hora d'explicar els processos que es duen a terme en determinats fenòmens socioambientals.

És per això que aquesta tesi es planteja com a finalitat:

Comprendre un cas d'estudi de disseny i implementació d'un material didàctic per establir estratègies orientadores del disseny d'activitats educatives que incorporin la perspectiva sistèmica contribuint al procés d'ambientalització curricular

Per tal de poder assolir la finalitat plantejada, aquesta es concreta en dos objectius que es descriuen a continuació.

## I.2. Objectius i preguntes que orienten la recerca

Els objectius plantejats es relacionen entre ells de forma cronològica en el sentit que fan referència a dos moments diferenciats del procés d'assoliment de la finalitat. Així el primer objectiu comprèn el procés de disseny i aplicació de l'instrument d'anàlisi del pensament sistèmic, necessari per a poder comprendre el fenomen d'estudi, i el segon objectiu fa referència als resultats obtinguts d'aquesta aplicació i a les aportacions que d'ells se'n derivin per tal de poder aportar les estratègies didàctiques.

### I.2.1. Objectiu 1

Per aportar orientacions didàctiques afavoridores de l'expressió del pensament sistèmic cal caracteritzar el pensament sistèmic. Aquesta caracterització es duu a terme des de dues perspectives: una teòrica i una altra instrumental. Per això en primer lloc cal definir quines són les característiques conceptuals del pensament sistèmic i en segon lloc construir l'instrument que permeti identificar-les en les idees que expressa l'alumnat.

Per això el primer objectiu consisteix en:

Objectiu 1: Dissenyar i aplicar un instrument d'anàlisi del pensament sistèmic en el context d'aplicació d'una unitat didàctica sobre conflictes socioambientals urbans.

Aquest primer objectiu es concreta en dues preguntes:

La primera pregunta fa referència a la definició del que s'entén per pensament sistèmic en el context de l'ambientalització curricular i els processos d'ensenyament i aprenentatge dels sistemes des de la perspectiva dels principis de la complexitat. Per això la primera pregunta s'enuncia de la següent manera:

P.1.1. Quin és el marc conceptual que permet definir les característiques del pensament sistèmic en el context d'aplicació d'una unitat didàctica sobre conflictes socioambientals urbans?

Un cop s'ha definit el marc que permet conceptualitzar el pensament sistèmic es pot dissenyar un instrument que permeti, a partir de les activitats realitzades per l'alumnat, identificar aquells components del pensament sistèmic que els són més significatius per tal de poder caracteritzar els patrons expressats per l'alumnat en la interacció amb el material didàctic. Per això la segona pregunta s'enuncia de la següent manera:

P.1.2. Quines característiques ha de tenir un instrument d'anàlisi del pensament sistèmic en el marc d'una unitat didàctica sobre conflictes socioambientals urbans?

### I.2.2. Objectiu 2

El disseny i l'aplicació de l'instrument permeten conceptualitzar les activitats realitzades per l'alumnat a partir de les dimensions del pensament sistèmic amb l'objectiu d'identificar les característiques dels patrons expressats per l'alumnat amb relació a les dimensions del pensament sistèmic. D'altra banda la finalitat de la recerca se situa en la interacció entre l'alumnat i el material didàctic és per això que la

recerca també es planteja abordar les característiques del material didàctic amb relació als patrons expressats per l'alumnat.

Per això el segon objectiu es formula en primer lloc de manera general i es concreta en dos objectius específics:

Objectiu 2: Identificar patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat en el context d'aplicació d'una d'unitat didàctica sobre conflictes socioambientals urbans

El primer objectiu específic fa referència a les característiques dels patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat amb relació a les dimensions del pensament sistèmic:

Objectiu 2.1: Identificar patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat amb relació a les dimensions del pensament sistèmic

Per a poder respondre aquest sub-objectiu es plantegen preguntes i subpreguntes que responen a diferents nivells de concreció en la resposta. Les preguntes es presenten d'un nivell global a un nivell específic de concreció. A més, En el nivell més concret les preguntes es dupliquen per poder respondre a les especificitats de cadascun dels dos grups de treball que participa en la recerca.

A continuació s'exposen les preguntes i subpreguntes que responen l'objectiu 2.1:

P.2.1. Quines característiques presenten els patrons de pensament sistèmic de l'alumnat amb relació a les dimensions del pensament sistèmic?

P. 2.1.1: Com és el gradient d'expressió de les dimensions?

P. 2.1.1.1: Com és el gradient d'expressió de les dimensions en el grup I?

P. 2.1.1.1.a: Com és el gradient d'expressió en la dimensió Nivell Escalar en el grup I?

P. 2.1.1.1.b: Com és el gradient d'expressió en la dimensió Obertura del Sistema en el grup I?

P. 2.1.1.1.c: Com és el gradient d'expressió en la dimensió Patró d'Interacció en el grup I?

P. 2.1.1.1.d: Com és el gradient d'expressió en la dimensió Flux d'Agents en el grup I?

P. 2.1.1.1.e: Com és el gradient d'expressió en la dimensió Probabilitat en el grup I?

P. 2.1.1.2: Com és el gradient d'expressió de les dimensions en el grup II?

P. 2.1.1.2.a: Com és el gradient d'expressió en la dimensió Nivell Escalar en el grup II?

P. 2.1.1.2.b: Com és el gradient d'expressió en la dimensió Obertura del Sistema en el grup II?

P. 2.1.1.2.c: Com és el gradient d'expressió en la dimensió Patró d'Interacció en el grup II?

P. 2.1.1.2.d: Com és el gradient d'expressió en la dimensió Flux d'Agents en el grup I?

P. 2.1.1.2.e: Com és el gradient d'expressió en la dimensió Probabilitat en el grup II?

El segon objectiu específic fa referència a les característiques dels patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat amb relació al material didàctic:

Objectiu 2.2: Identificar patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat amb relació al material didàctic

A continuació s'exposen les preguntes i subpreguntes que responen l'objectiu 2.1:

P 2.2: Quines característiques presenten els patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat amb relació al material didàctic?

P. 2.2.1: Com és el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica?

P. 2.2.1.1: Com és el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica en el grup I?

P. 2.2.1.1.a: Com és el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica en la dimensió Nivell Escalar en el grup I?

P. 2.2.1.1.b: Com és el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica en la dimensió Obertura del Sistema en el grup I?

P. 2.2.1.1.c: Com és el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica en la dimensió Patró d'Interacció en el grup I?

P. 2.2.1.1.d: Com és el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica en la dimensió Flux d'Agents en el grup I?

P. 2.2.1.1.e: Com és el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica en la Probabilitat en el grup I?

P. 2.2.1.2: Com és el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica en el grup II?

P. 2.2.1.2.a: Com és el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica en la dimensió Nivell Escalar en el grup II?

P. 2.2.1.2.b: Com és el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica en la dimensió Obertura del Sistema en el grup II?

P. 2.2.1.2.c: Com és el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica en la dimensió Patró d'Interacció en el grup II?

P. 2.2.1.2.d: Com és el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica en la dimensió Flux d'Agents en el grup II?

P. 2.2.1.2.e: Com és el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica en la Probabilitat en el grup II?

En la següent figura es mostra l'esquema de la relació entre la finalitat, els objectius i les preguntes que orienten la recerca:

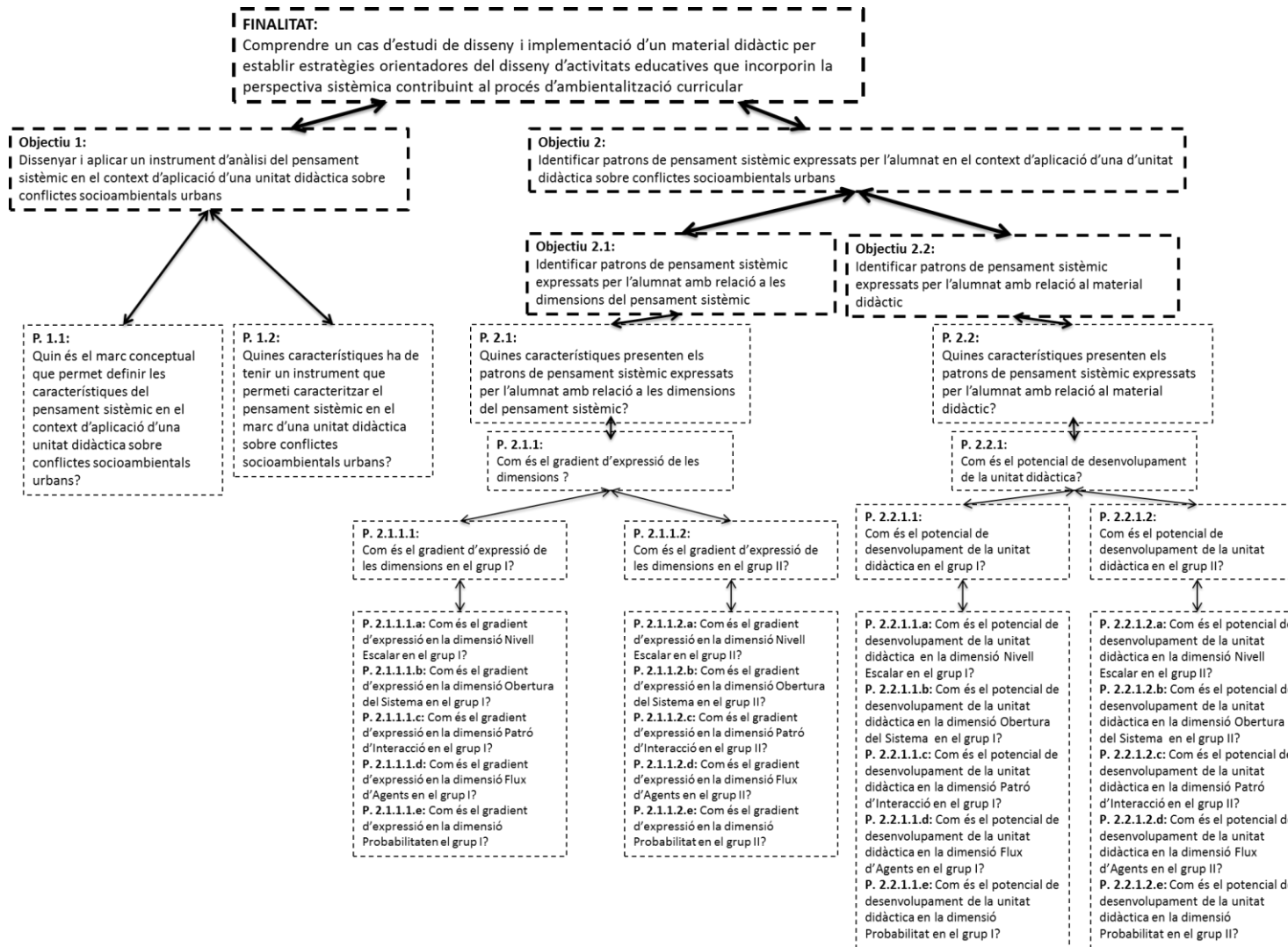


Figura 4: Finalitat, objectius i preguntes de recerca





*“Un elefant és una gran paret d’ un edifici”, digué la persona que tocà la panxa de l’elefant*

# Capítol II. Marc teòric

Sovint en fixar-se en un edifici hom s'imagina el seu interior a partir d'observar la façana: un detall en les parets, el tipus de finestres o porticons poden portar a pensar com seran les habitacions o la decoració dels passadissos. La panxa de l'elefant també pot explicar com és l'elefant per dins: si ha menjat molt o poc, si és una femella embarassada, si s'ha remullat perquè necessitava regular la temperatura del cos. De la mateixa manera el marc teòric en una recerca pot explicar com serà la recerca per dins: és la primera impressió que reflecteix un posicionament concret assumit per la persona investigadora.

En aquest capítol es presenta el marc teòric de la recerca i està estructurat en quatre apartats. En primer lloc s'exposen els plantejament teòrics que permeten fonamentar la recerca situant l'ambientalització curricular com a punt de partida. A continuació es discuteix la necessitat de canviar la forma d'interpretar el món per avançar cap a noves formes de pensar, sentir i actuar. En el tercer apartat es presenten les implicacions d'aquests canvis en els processos de construcció del coneixement. I finalment en el quart apartat s'exposen els reptes que des dels processos d'ensenyament-aprenentatge tenen els plantejaments exposats fins al moment.

La següent figura mostra els continguts d'aquest capítol:

### **Índex de continguts del capítol II**

Punt de partida.....	<b>34</b>
<b>I. Una forma d'interpretar el món .....</b>	<b>36</b>
I.1. La necessitat d'un canvi en la visió del món .....	36
I.2. Veure el món des de la complexitat.....	38
I.3. Un repte: buscar noves formes de pensar, sentir i actuar .....	42
<b>II. Una forma de construir coneixement sobre el món .....</b>	<b>46</b>
II.1. Incorporar la complexitat en la construcció del coneixement.....	46
II.2. Conceptualització del pensament sistèmic.....	49
II.3. Les dimensions del pensament sistèmic.....	59
<b>III. Una forma d'ensenyar i aprendre .....</b>	<b>64</b>
III.1. Els processos d'ensenyament i aprenentatge en el marc de l'ambientalització curricular .....	64
III.2. Els reptes d'incorporar el pensament sistèmic en el procés d'ambientalització curricular.....	68
<b>Síntesi del capítol II .....</b>	<b>79</b>

*Figura 5: Índex de continguts del capítol II*



Investigar des de la perspectiva d'una educació que accepta la complexitat comporta prendre algunes decisions colaterals. Una d'elles és acceptar que no existeix un únic marc teòric al qual acollir-se per fonamentar la recerca.

És en aquest sentit que prenen rellevància les paraules de Cilliers (2005) en afirmar que no es pot tenir un coneixement complet d'allò que és complex sinó que només es pot tenir coneixement des de la perspectiva del marc teòric que s'hagi escollit. L'elecció del marc teòric per interpretar un fenomen complex no és arbitrària i a més implica que aquest estarà en constant revisió, de manera que el coneixement d'allò que és complex serà sempre provisional.

El marc teòric que s'ha escollit per abordar aquesta recerca se situa en el marc general de l'ambientalització curricular, que proposa el pensament sistèmic com a competència necessària per avançar cap a un futur poblat amb ciutadans capaços de prendre decisions fonamentades científicament per intervenir en els conflictes socials i ambientals del seu moment.

El marc teòric que es presenta situa la persona lectora descrivint el punt de partida de la proposta teòrica, que és el marc de l'ambientalització curricular, i a continuació aquesta es desenvolupa en tres apartats principals i diversos subapartats en cadascun. En el primer apartat s'argumenta la necessitat de canviar la forma tradicional d'interpretar els fenòmens del món incorporant els principis i teories de la complexitat i en concret d'interpretar els fenòmens com a sistemes complexos. En el segon apartat es presenten les implicacions de construir coneixement sobre el món a partir dels nous models interpretatius i es concreta en el pensament sistèmic com la competència que desenvolupa la capacitat d'interpretar el món com a sistemes complexos. Finalment el tercer apartat presenta les implicacions d'aquesta proposta en els processos d'ensenyament i aprenentatge i es concreta en un model de ciències escolar complexa que a partir del pensament sistèmic contribueix al procés d'ambientalització curricular. En la següent figura es mostra un esquema del marc teòric en els apartats i subapartats:

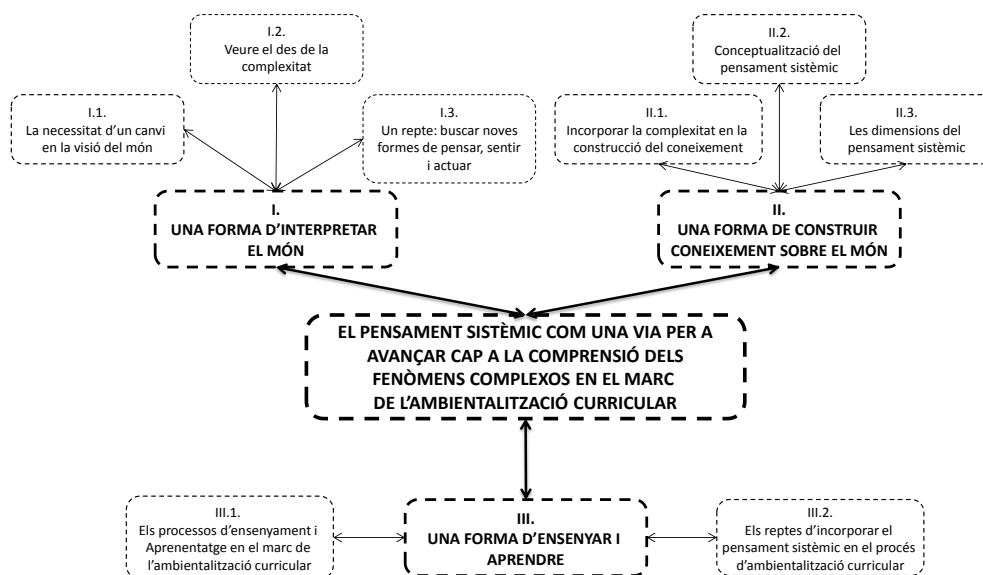


Figura 6: Esquema del marc teòric de la recerca

## II.1. Punt de partida

En la Conferència Mundial sobre Educació pel Desenvolupament Sostenible celebrada a Bonn l'any 2009 es destaca l'èmfasi que es fa en l'educació com una eina que *empodera* la població i la capacita per dur a terme canvis en la societat. A més es reclama la necessitat d'una educació que contribueixi a crear societats resistents, saludables i sostenibles a través d'un enfocament sistèmic i integrat. Proposa una educació ambiental basada en principis que fonamenten la vida sostenible, la democràcia i el benestar humà. Finalment, posa l'accent en enfocaments creatius i crítics, pensant en una educació a llarg termini, en la innovació i l'autonomia per afrontar la incertesa, i per resoldre problemes complexos. És una perspectiva que posa de manifest la interdependència del medi ambient, l'economia, la societat, i la diversitat cultural tant a nivell local com global, i té en compte el passat, el present i el futur (UNESCO, 2009).

Ambientalitzar l'escola és una via per afrontar aquests reptes ja que aquest procés es planteja com un treball enfocat a canviar les representacions sobre les causes de la problemàtica ambiental, a veure la complexitat de les causes i les solucions que se'n deriven, i això demana un esforç educatiu enfocat a canviar els models interpretatius de les persones. Es tracta doncs, d'afrontar el repte d'oferir la vivència de models alternatius, des de l'escola, que permetin el canvi de les actituds i comportaments individuals i col·lectius, analitzant la incongruència present en la societat entre valors existents i aquells que es requereixen per a la nova construcció. (Pujol, 2005)

El concepte d'ambientalització va molt més enllà doncs, de la inclusió d'aspectes parcials sobre temes ambientals, més o menys pluridisciplinaris, en el currículum escolar. Així Geli et al. (Geli, Junyent, Medir, & Padilla, 2006, pp. 73–74) defineixen l'ambientalització curricular com un procés reflexiu i d'acció orientat a assolir una educació per al desenvolupament sostenible en el desplegament curricular, vinculat a la gestió del centre docent i encaminat a promoure una societat més justa, solidària i participativa, tenint en compte les distintes àrees de coneixement i fomenta accions en col·laboració amb diferents institucions. Així mateix, ha de permetre l'anàlisi de la realitat socioambiental i la recerca d'alternatives coherents amb els valors de sostenibilitat mitjançant l'adquisició d'unes competències de pensament global en relació amb el medi i fomentar la responsabilitat, el compromís i l'acció de la comunitat educativa vers el desenvolupament d'uns trets d'identitat ambiental.

Diversos informes (Breiting, Mayer, & Mogensen, 2005; Geli et al., 2006; Junyent, Geli, & Arbat, 2003) aporten un conjunt de criteris que hauria de complir un centre educatiu, una acció proposada en el medi o el programa d'una assignatura, en el procés de ser ambientalitzat. Dels diversos criteris anomenats en els informes en destaquen els següents trets comuns:

- Els processos d'ensenyament i aprenentatge estan orientats a la presa de decisions reflexiva i crítica, promovent en l'alumnat la participació ciutadana a través d'accions en el medi.
- Les accions o estratègies proposades estan contextualitzades tant espacialment (relació amb la comunitat més propera i projecció global) com temporalment (perspectiva històrica i plantejament d'escenaris de futur).
- A nivell curricular els continguts integren els principis de la complexitat i la diversitat de disciplines.

Tenint en compte aquestes característiques l'aprenentatge del pensament sistèmic es presenta com un dels aprenentatges necessaris per avançar en els reptes que es planteja l'ambientalització curricular (Tilbury, 2011), ja que aquest ajuda a aproximar-se al món des d'una perspectiva diferent a l'actual que emfatitza l'anàlisi i la comprensió de les idees o components separatament. A més, el pensament sistèmic és compatible amb els processos d'integració i d'adaptació del pensament i la pràctica, unint totes les disciplines, sectors i diferents sistemes socials, ambientals i econòmics i educatius. Finalment, ajuda a desenvolupar la comprensió de la connectivitat i la relació entre una decisió i els impactes o les conseqüències no previstos d'aquestes accions.

Així doncs, el pensament sistèmic es presenta com una alternativa en la gestió dels conflictes socioambientals que d'una banda permet abordar el conflicte des de multitud de punts de vista que es complementen i que integrat al currículum escolar permet avançar en la incorporació de les teories i principis de la complexitat, fomentant la presa de decisions reflexiva i orientant les accions al medi a partir de la responsabilitat, amb la finalitat d'avançar cap a un futur més just socialment i ecològic:

“El diseño de un futuro humano sostenible exige un cambio de paradigma, hacia una perspectiva sistémica que abarque la compleja interdependencia entre las actividades individuales, sociales, culturales, económicas y políticas y la biosfera. Este cambio pone el énfasis en la colaboración y la cooperación, mientras que la enseñanza superior actual hace hincapié en el aprendizaje y la competencia individuales, produciendo gestores escasamente preparados para esfuerzos cooperativos.” (Leal, 2009, p.268).

En resum, ambientalitzar el currículum implica fer una aposta per una reorientació curricular que sigui capaç de crear espais de reflexió, negociació i participació, tant individual com col·lectiva, orientats al canvi i fonamentats en valors encoratjadors mitjançant el pensament sistèmic com una competència necessària per a interpretar els fenòmens del món, resoldre problemes o proposar actuacions en el medi incorporant els principis i teories de la complexitat, en el repte de construir el camí cap a una nova organització social que avanci cap a un futur més sostenible i just (Pujol, 1999).

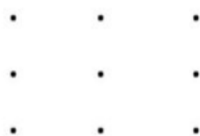
## II.2. Una forma d'interpretar el món

La situació social i ambiental actual demana repensar la degradada relació entre natura i societat, i enfocar-la com a dos subsistemes estretament relacionats i indissociables. Aquesta situació reclama noves formes d'interpretar els fenòmens del món que siguin capaces d'adaptar-se al caràcter global i entreteixit dels esdeveniments contemporanis. Això constitueix el repte de construir nous estils de vida tant individuals com col·lectius, amb implicacions en les maneres de sentir, de pensar i de fer en el camí de construir una nova ètica, un nou estil de pensament i una nova acció transformadora.

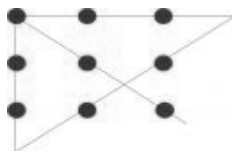
En aquest apartat es discuteix la necessitat de canvi en la visió dels fenòmens del món, que incorporant els principis i les teories de la complexitat es presenta com una alternativa coherent per interpretar els esdeveniments del món des d'una perspectiva més oberta, i se situen les implicacions que tindria aquest canvi en les formes de pensar, de sentir i d'actuar.

### II.2.1. La necessitat d'un canvi en la visió del món

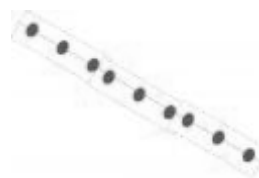
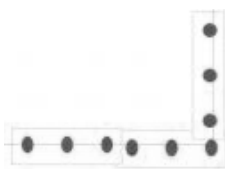
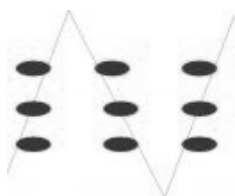
Les instruccions són senzilles: cal unir els nou punts utilitzant només quatre línies rectes, sense aixecar el llapis ni repassar cap línia.



La següent podria ser una solució, que trenca amb la suposició no escrita que “no es pot sortir del quadrat”:



La dificultat augmenta quan se'ns proposa resoldre l'enigma seguint les mateixes regles però utilitzant només tres línies, dues o una. És possible? Depèn de les suposicions que es facin a priori, és a dir, de les limitacions amb les quals es vegi el conflicte:



Enlloc no s'ha escrit que s'hagi de passar pel centre de la figura, que els punts no es puguin disposar seguint una altra figura, o que no es pugui retallar o doblegar el full on estan escrits. Tot això són suposicions que hom fa a priori i que actuen com a restriccions a l'hora d'imaginar possibles solucions a l'enigma. Reconèixer les diferents variables que entren en joc per resoldre l'enigma amplia el propi

pensament i per tant augmenta la diversitat de solucions possibles, fomentant la creativitat i la imaginació, i especialment, posant en qüestió el sentit dels límits del joc.

Sterling (2010) utilitza una metàfora per explicar la necessitat d'un canvi imminent en els estils de vida predominants, que passa per un canvi en la forma de pensar els fenòmens del món i la forma en com s'actua en l'entorn: si per descriure el pensament del segle XX s'utilitza la metàfora de la màquina, i per tant un pensament mecanicista, caracteritzat per relacions basades en la separació, el control i la manipulació; per al pensament del segle XXI adoptaria les característiques d'un organisme viu, o un pensament ecològic, caracteritzat per relacions basades en la participació, l'autonomia i l'autoorganització.

Al seu torn diversos autors (Elizalde, 2009; Huckle, 2010; Leal Filho, 2009; Mayor Zaragoza, 2009; Novo & Murga, 2010; UNESCO, 2009) coincideixen en què és necessari un canvi a diversos nivells per afrontar la crisi ambiental en la que ha derivat la globalització que va caracteritzar els principis del segle XXI: els autors coincideixen en la necessitat de canvis profunds en els estils de vida dominants, de revisions de les idees que sustenten les decisions polítiques, i el retorn a una concepció comunitària de la identitat humana:

“The current crisis of capitalism is not yet resolved and as the majority bears the costs in terms of unemployment, public spending cuts and increased taxes, ESD has a role to play in both explaining the crisis and exploring both reformist and radical social alternatives.”(Huckle, 2010, p. 141)

La situació d'emergència a la que s'ha arribat a causa dels models de desenvolupament que no són sostenibles a llarg termini, la pèrdua de capacitat de l'ecosistema i els impactes dels canvis en el clima posen damunt la taula reptes complexos que reclamen creativitat i divergència en les maneres d'actuar i educar (Lotz-Sisitka, 2008) en una direcció de moment desconeguda, quasi bé utòpica però que té clar que no vol repetir els camins del passat (Hopkins, 2010).

El context actual de la societat està caracteritzat, a gran escala, per relacions de poder que afavoreixen la desigualtat, per models de consum basats en l'obsolescència programada dels béns de consum, per models de producció que contemplin l'explotació de persones i de recursos del medi, caracteritzat sobretot per la desvinculació de les persones amb el medi i, fins i tot, de les persones amb les persones en algunes ocasions. Aquest escenari d'injustícia social i insostenibilitat ecològica fa pensar que un dels reptes més importants actualment passa per contribuir a noves formes de pensar els fenòmens del món que integrin diversitat de coneixements, per poder fonamentar les accions en el medi de forma estratègica, en el marc d'una nova ètica col·lectiva orientada cap al respecte i la responsabilitat.

El joc dels nou punts és doncs una bona metàfora per representar el canvi de pensament reclamat per tal de poder interpretar i comprendre els fenòmens del món incorporant la complexitat, posant en crisi les pròpies limitacions i les de l'entorn per poder avançar cap a un pensament holístic i integrador (Milbrath, 1989; Sterling, 2004).

Aquesta canvi en la manera d'aproximar-se als fenòmens del món es caracteritza per un pensament complex en el sentit que no simplifica, és a dir, que no tendeix a separar i reduir sinó que uneix sense deixar de distingir. És un pensament que “aglutina, afronta la incertesa, reemplaça la causalitat lineal per una causalitat en bucle, dialoga entre conceptes complementaris i antagonistes, integra les parts en

un tot amb un reconeixement de la integració del tot a l'interior de cada part, i està orientat a la comprensió, no només a l'explicació (Morin, 1996, p. 118)”.

Sterling (2004) posa de manifest les aportacions d'aquesta aproximació innovadora, més oberta i relacional a l'hora d'interpretar els fenòmens del món, i especialment a l'hora d'interpretar les accions que es poden dur a terme per avançar cap a un món més sostenible, ja que interpretar els fenòmens des d'aquesta perspectiva permetria aportar solucions que incorporin la complexitat i per tant menys limitades. Per exemple, en el conflicte d'una carretera altament congestionada, la solució tradicional seria ampliar el nombre de carrils, però una visió complexa del conflicte portaria a parlar del model de territori que es vol, dels estils de vida que hi conflueixen, de l'evolució històrica del paisatge d'aquella zona o a considerar diversitat d'alternatives i escenaris futurs abans de prendre una decisió.

Així doncs, es fa palesa aquesta necessitat de canvi en la forma d'interpretar els fenòmens del món. Una reforma del pensament, en paraules de Morin, que permeti avançar cap a la construcció d'una societat que accepti i aprengui a gestionar la incertesa lligada als fenòmens i processos del context actual, on tot canvia molt de pressa i on tot està relacionat. Un pensament complex i també creatiu, que és capaç de desenvolupar en les persones l'habilitat de trobar respostes alternatives i perspectives innovadores per afrontar les situacions desconegudes, i sent capaços de sobreposar-se als errors (Innerarity, 2010), en un diàleg constant entre el risc i la inseguretats que comporta acceptar el repte de viure noves experiències i d'equivocar-se com a part del procés d'aprenentatge i generació de coneixement, o la tranquil·litat i la seguretats d'allò que és conegut.

## II.2.2. Veure el món des de la complexitat

Aproximar-se als fenòmens del món des de la complexitat implica una nova forma de pensar els fenòmens. Les característiques d'aquest pensament que incorpora els principis de la complexitat són el resultat de la incorporació de les característiques de diverses teories, des de la teoria de sistemes que aporta característiques amb relació al tot i les parts, les teories de la cibernètica i de la informació que aporten característiques amb relació a la causalitat i l'autoorganització, i les teories de la física quàntica i la termodinàmica que aporten característiques sobre l'atzar, la indeterminació o la irreversibilitat (Bonil, 2005). A continuació es desenvolupa el concepte de sistema com una forma d'aproximar-se als fenòmens del món que incorpora les característiques del pensament complex.

És molt àmplia la literatura al voltant d'aquest concepte i ha estat tractat des de multitud de disciplines. No és objecte d'aquesta recerca fer una exhaustiva discussió al voltant, però sí que és important definir què s'entén per sistema i posicionar-se davant la diversitat de punts de vista existents.

Bertalanffy va ser un pioner a l'hora de parlar de sistemes a mitjans del segle XX amb la seva obra Teoria General dels Sistemes a finals de la dècada dels 60, que va ser revolucionària parlant de la necessitat d'una nova manera de veure i d'entendre els fenòmens del món, en especial els que feien referència als éssers vius:

“Ya que el carácter fundamental de un objeto es su organización, el acostumbrado examen de las partes y procesos aislados no puede darnos una explicación completa de los fenómenos vitales. Este examen no nos informa acerca de la coordinación de partes y procesos. Así, la tarea primordial de la

biología debiera ser la de descubrir las leyes de los sistemas biológicos (a todos los niveles de organización)” (Von Bertalanffy, 1976, p. 34)

Tot i ser un dels referents principals a l'hora de parlar de sistemes, el canvi de visió que proposa Bertalanffy segueix lligat a una visió mecanicista i determinista de la ciència i dels organismes vius. Exposa la necessitat de conèixer aquestes “lleis dels sistemes biològics” que fan que la interacció entre les parts que formen el sistema esdevinguin en el funcionament d'aquest. Bertalanffy, però, es va quedar a mig camí en aquest aspecte, tot i que la seva teoria donava molta importància a les **interaccions** entre les parts del sistema, per això, una primera definició intuïtiva de sistema que proposava era “*conjuntos de elementos en interacción*” (Von Bertalanffy, 1976).

A més d'aquesta característica, Bertalanffy explica que el sistema és obert i manté un **intercanvi de matèria amb l'entorn** de la mateixa manera que un organisme viu es manté en contínua incorporació i eliminació de matèria. Aquesta interacció del sistema amb l'entorn és dinàmica tot i que el sistema tendeix a un **estat final uniforme**, independentment de les condicions inicials. El sistema posseeix un mecanisme propi de regulació basat en la **retroalimentació**, format per cadenes causals circulars entre els propis elements que componen el sistema, i per mecanismes de transmissió de la informació d'estat del sistema amb l'objectiu de mantenir aquesta uniformitat. Aquestes característiques confereixen una qualitat d'**organització** al sistema, en el sentit de capacitat de regulació i establiment de mecanismes de control, creixement, ordre o competència.

En el moment en què considerem un sistema com una entitat formada per components, al sistema se li atribueixen unes **característiques constitutives**, és a dir, que depenen no només de les característiques de les parts sinó també de les relacions que es donen entre elles. Ara bé, per a Bertalanffy l'expressió “El tot és més que la suma de les parts”, és quasi mística, tot i així s'hi adhereix parcialment en el sentit que les característiques *constitutives* del sistema no són explicables només a partir de les característiques de les parts aïllades: “las características del complejo, comparadas con las de los elementos, aparecen como nuevas o emergentes”. Tantmateix afirma que si coneixem la totalitat de les parts contingudes en el sistema i la relació que hi ha entre elles, aleshores “el comportamiento del sistema es derivable a partir del comportamiento de las partes” (Von Bertalanffy, 1976, p. 55).

Així doncs, segons la teoria de sistemes de Bertalanffy (1976), un **sistema** és un conjunt d'elements en interacció entre ells i amb l'entorn que, susceptible de ser dividit en parts, adquireix entitat precisament en la mesura que aquestes parts s'integren en la totalitat del sistema.

Amb la seva obra Bertalanffy va establir les bases per continuar desenvolupant les característiques dels sistemes des d'una perspectiva complexa, sobretot deixant la porta oberta a explorar el caràcter emergent de les característiques del sistema.

És en aquesta línia que van avançar els treballs de Murray Gell-Mann a finals del segle XX en la seva coneguda obra “The Quark and the Jaguar”, on incorpora les teories de la cibernètica pel que fa a la idea d'autoorganització, i les teories de la complexitat, pel que fa a la indeterminació i l'atzar.

Per a Gell-Mann els sistemes són Sistemes Complexos Adaptatius. En aquest punt dedica part de la seva obra a discutir el significat d'allò que és complex. En primera instància es refereix a la definició més literal; alguna cosa entreteixida o teixida conjuntament. Assumeix que no existeix un únic concepte de complexitat precisament perquè aquesta definició està subjecta a un context i té un marcat caràcter

subjectiu. Precisament per aquesta subjectivitat Gell-Mann insisteix en que no pot existir una única definició d'allò que és complex ja que la pròpia definició del que hom entén per complexitat depèn de la descripció del sistema que realitza un altre sistema, qui presumiblement és un sistema complex adaptatiu, que podria ser un observador humà.

La contribució principal de les idees de Gell-Mann ampliant les de Bertalanffy es troba en la direccionalitat dels fluxos que el sistema intercanvia amb l'entorn i en l'explicació que es dona al comportament del sistema. Bertalanffy considerava el flux de matèria unidireccionalment, mentre que Gell-Mann considera que els fluxos que intercanvien el sistema i l'entorn no són només de matèria sinó que són l'energia, la matèria i la informació. De l'altra que aquests són **fluxos bidireccionals**: l'entorn modifica el sistema i el sistema, a la vegada, també pot modificar l'entorn. És el que Prigogine anomena la **retroalimentació**:

“Los flujos externos pueden pasar a la estructura interna de un estado a otro, incluso modificar las reacciones activas; y, a su vez, el sistema puede, a continuación, ser sensible a ligaduras externas alas que antes era ajeno “ (Prigogine, 1983, p. 54)

A partir d'aquesta informació que rep de l'exterior el sistema es regula, i si s'estudien els **mecanismes de regulació** del sistema es poden arribar a detectar regularitats o patrons de **comportament** del sistema i per tant, **predir** algun esdeveniment o el propi comportament del mateix. És important destacar doncs la influència dels mecanismes de regulació a l'hora d'explicar el comportament del sistema, ja que quan varien les condicions imposades a un sistema aquest pot presentar, depenent de la seva naturalesa, diverses formes de comportament. Un mateix sistema pot aparèixer sota aspectes diferents en funció de les condicions ambientals. Per exemple 1cm<sup>3</sup> d'aigua en condicions estàndard és líquid i sota congelació es converteix en un cristall de neu amb una estructura complexa. Per això, es parla de comportaments complexos més que de sistemes complexos (Prigogine & Nicolis, 1994). Finalment, si s'observen els efectes de la descripció, predicció i comportament del sistema aquests són efectes retroactius, en el sentit que el propi comportament del sistema ha modificat l'entorn a partir del qual el sistema s'havia regulat.

Gell-Mann assumeix l'existència d'un cert grau d'indeterminació partint de l'assumpció que els sistemes es troben sotmesos a les lleis de la naturalesa, fonamentades en les lleis físiques de la matèria i l'univers, i a diferència de Bertalanffy, per a Gell-Mann tot i coneixent l'estat inicial d'un sistema i tenint en compte les lleis fonamentals de la matèria, només es pot calcular un conjunt de probabilitats per als diferents resultats possibles. Aquesta afirmació dona rellevància a la idea del caràcter emergent de les característiques del sistema i reforça l'afirmació que no es pot explicar el comportament del sistema només a partir de les característiques de les seves parts, sinó que aquest comportament és degut a diversitat de variables que no es poden conèixer en la seva totalitat ni es poden predir amb exactitud de quina manera l'afectaran.

Per acabar, mencionar el treball de Bronfenbrenner (1994), que posa l'èmfasi en els nivells on es desenvolupen les interaccions, tant entre els components del sistema com entre el sistema i l'entorn, des d'una perspectiva social:



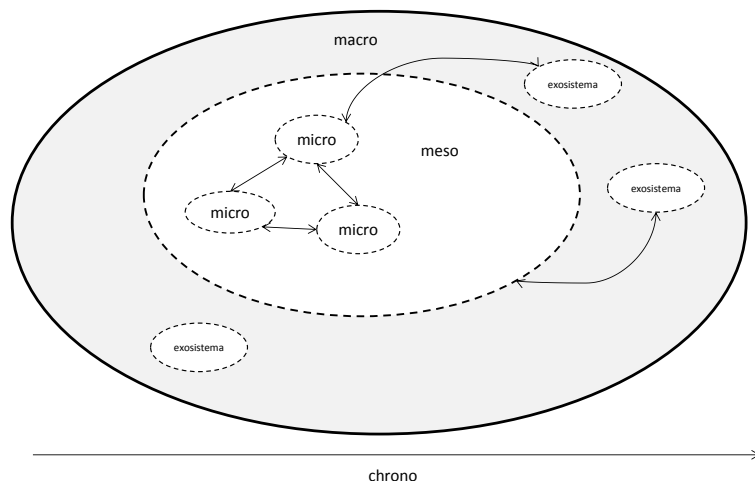


Figura 7: Relació entre els nivells escalars. Adaptació a partir de Bronfenbrenner (1994)

Així, Bronfenbrenner descriu cinc nivells escalars que poden intervenir en aquestes interaccions:

- Microsistema: Comprèn les estructures amb les quals un individu té contacte directe. Les relacions entre la persona i les estructures és bidireccional.
- Mesosistema: Comprèn les relacions entre dues o més estructures (els microsistemes). Les relacions entre els microsistemes també són bidireccionals i fan emergir noves situacions o xarxes de relacions:

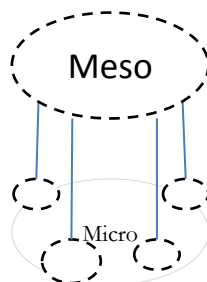


Figura 8: El nivell meso emergeix de les interaccions entre els components del nivell micro

- Chronosistema: representa la dimensió temporal i té relació amb tots els altres nivells.
- Exosistema: comprèn el sistema social que envolta el sistema de referència i sobre el qual l'individu no hi té influència, per tant, les relacions que s'esdevenen en aquest nivell són unidireccionals de la societat a la persona com per exemple les lleis, les polítiques estatals, o els desastres naturals. L'exosistema genera canvis en la persona (micro) i per tan modifica el seu entorn més proper (el meso).
- Macrosistema: Consisteix en tot l'arc de patrons de valors, creences, estils de vida, costums i recursos de la cultura o del context. En general es considera que en aquest nivell les relacions són unidireccionals del macrosistema a la resta de sistemes. Es manifesta en forma de patrons sistemàtics d'organització i conducta suportats en els valors dels seus membres.

A partir de les característiques definides i des de la perspectiva d'aquesta recerca, en aquesta investigació, s'entén un sistema com:

Un conjunt de xarxes dinàmiques formades per un nombre indeterminat de components que interactuen entre ells, i amb altres components fora del sistema, influint en l'entorn i sent influïts per ell. Aquestes relacions intra i entre nivells no són sempre lineals, el que garanteix que petites interaccions (causes) puguin ocasionar grans canvis (efectes) i viceversa, tenint en compte que hi ha bucles que es produeixen en les interaccions proporcionant retroalimentació entre els components. Els sistemes evolucionen en el temps, i per garantir una supervivència evolutiva existeixen mecanismes d'autoregulació que es manifesten a través del flux constant d'intercanvi d'energia, matèria i informació amb l'entorn.

Pensar els fenòmens com a sistemes es presenta com una alternativa al pensament lineal o reduccionista i permet aproximar-se als conflictes socials i/o ambientals de forma creativa, incorporant la perspectiva complexa en l'anàlisi dels fenòmens i posant de rellevància no només les parts, sinó també les relacions entre les parts i amb d'altres fenòmens, en una dimensió temporal i espacial (Sleurs, 2008). Permet a més, una aproximació holística al coneixement que té en compte els diferents nivells i dimensions que intervenen en els fenòmens, permetent comprendre com funcionen i s'interrelacionen els sistemes natural, social i econòmic, i el caràcter interdependent de les relacions intrageneracionals i intergeneracionals, així com les que hi ha entre rics i pobres, i entre els éssers humans i la naturalesa (United Nations Economic and Social Council, 2011).

### **II.2.3. Un repte: buscar noves formes de pensar, sentir i actuar**

Els plantejaments sobre la necessitat d'un canvi en la visió del món i de la incorporació de la perspectiva complexa també tenen incidència a l'hora de plantejar-se reptes a nivell de ciutadania i de societat. Són diversos els autors i autores que reclamen un canvi de perspectiva en la forma d'interpretar el món per tal d'avançar cap a la construcció d'una societat socialment justa, ambientalment responsable i humanament respectuosa tenint en compte la perspectiva complexa (Bonil & Pujol, 2008; Cano, 2008; Losito & Mayer, 1995; Sauvé, 2005). Així doncs, es reclamen noves formes de pensar, sentir i actuar alternatives a les que s'han utilitzat fins ara, que puguin donar respostes a la situació d'emergència actual mitjançant un pensament complex que té en compte diverses disciplines, una manera d'actuar que té en compte la incertesa, i una manera de sentir fonamentada en els valors, tal i com exposen Bonil et al (2010).

Mayer (2003) centra el seu discurs en la necessitat d'un pensament complex i de noves formes de construir coneixement que són necessàries per dialogar amb la crisi actual, especialment pel que fa a la dimensió ambiental, ja que per ella aquesta és una crisi de les noves formes de coneixement. Es necessita doncs un coneixement que vagi més enllà de la informació i la inducció de comportament, i que en canvi s'orienti a la reflexió crítica dels valors i les competències vinculades a les accions que es duen a terme en el medi.

Incorporar la complexitat en la forma de pensar implicaria assumir la responsabilitat d'un coneixement que pretén unir les informacions i els valors, les sensacions i les interpretacions. Es tracta de construir coneixement complex, sense caure en reduccionismes, a través de desenvolupar la capacitat de discutir críticament solucions i propostes, negociant les pròpies representacions dels problemes.

Per a Bonil, Junyent i Pujol (2010) el pensament complex apareix com una forma articuladora d'organitzar el propi pensament i d'elaborar respostes a les preguntes i els reptes del context. I el caracteritzen a partir de tres enfocaments que es complementen: el sistèmic, el dialògic i l'escalar. En primer lloc proposen una concepció dels fenòmens del món com a organitzacions i com a processos que són resultat de la interacció de diversitat de causes i efectes sotmesos a un cert grau d'indeterminació. A més, situen els fenòmens dins de la dimensió temporal, donant rellevància a la perspectiva evolutiva i històrica dels mateixos. En segon lloc, la perspectiva dialògica significa considerar els sistemes com a resultat de la interacció dels mateixos amb el seu entorn, tenint en compte parells dialògics en les interaccions medi intern-medi extern, ordre-desordre o estabilitat-canvi. Finalment consideren la perspectiva escalar a l'hora de comprendre els fenòmens, que posa de relleu la constant interacció entre els nivells macro, meso i micro dels fenòmens. En aquest sentit es planteja la necessitat de no perdre de vista les diferents escales i les interaccions que es produeixen entre elles.

En aquesta línia, per a Sterling és també necessària una concepció sistèmica dels fenòmens i la incorporació dels principis de la complexitat per comprendre'ls:

“La teoría de la complejidad y nuestro conocimiento de los sistemas vivos confirma una intuición ampliamente compartida: la de que los sistemas sostenibles sanos son los que son capaces de organizarse, corregirse y renovarse ellos mismos, y que pueden aprender para mantenerse y adaptarse. Tienen autonomía, pero en relación y formando parte de sistemas más amplios. Mantienen un equilibrio dinámico entre estructura y flexibilidad, entre orden y caos.”(Sterling, 2010, p. 50)

Per tant el pensament complex integra diverses disciplines sense ser reduccionista, proposa una interpretació dels fenòmens del món com a sistemes que evolucionen i estan sotmesos a la indeterminació i posa en valor les connexions entre les diferents escales d'actuació que intervenen en la construcció del coneixement.

Construir un pensament complex ha de servir per fonamentar les accions en el medi en el camí cap a la formació d'una ciutadania capaç d'actuar de forma crítica, responsable i reflexiva (Breiting & Mogensen, 1999). És a dir, és un pensament que es conceptualitza per a fonamentar les accions que portaran al canvi en els estils de vida dominants fins al moment. Per a Mayer, (1995) el pas del pensament a l'acció demana una reflexió sobre els límits i la incertesa, ja que acceptar-la permetrà un cert grau de flexibilitat d'altra banda necessari a l'hora d'abandonar vells estils de vida i incorporar noves maneres de fer.

Així, aquestes accions s'han de situar en un context on el sentit i el significat dels límits i el risc ha anat evolucionant i es troba en constant revisió (Beck, 1998), i per tant cal incorporar la incertesa a l'hora de planificar les accions en el medi. En aquest sentit, Mayer (2003) parla d'acceptar la imprevisibilitat del món i aprendre a actuar i pensar en la incertesa, i per tant, cal prestar atenció a les emergències no previsible, amb l'objectiu de comprendre les accions per a modificar-les proposant escenaris de canvi coherents amb els diversos valors que hi ha en joc.

Per tant, en l'escenari actual la presa de decisions està lligada a un cert grau d'incertesa. No només pel fet de viure en un context globalitzat sinó també per la pluralitat de normes i valors existents que resulten en la divergència d'interpretacions dels fenòmens i per tant la diversitat d'accions proposades davant un mateix fenomen (Sleurs, 2008).

Per fer front a aquesta incertesa vinculada a les accions Morin (2001a, 2001b) proposa el concepte de l'estratègia ecològica de l'acció. Aquesta proposta parteix de la premissa que un cop un individu emprèn una acció, aquesta comença a escapar de les seves intencions, ja que l'acció entra en un univers d'interaccions i finalment és l'entorn el que s'apodera d'ella, podent contrariar la intenció inicial. Per tant serà important prendre consciència de la pròpia complexitat de l'acció, tenint en compte aspectes com el risc, l'atzar o la impredecibilitat.

Així doncs, un cop presa la decisió, la plena consciència de la incertesa es converteix en plena consciència de l'aposta. Per fer front a aquesta incertesa Morin proposa que l'estratègia ha de prevaldre sobre el programa, ja que aquesta elabora un guió d'acció examinant les certes i les incertes de la situació, les probabilitats i improbabilitats. El guió pot i ha de modificar-se segons la informació recollida, o els contratemps o oportunitats amb què ensopegui en el curs del camí.

Davant l'actual ruptura ésser humà-natura i el distanciament i la indiferència que caracteritza la relació entre les persones i el medi cal reconciliar-se amb la natura per poder habitar la terra amb saviesa (Mayer, 2002) i poder així crear noves formes de viure, reconstruint la identitat de l'ésser humà en interdependència amb el medi (Pujol, 2003) en el sentit de sentir-se part d'un patró global de vida.

És el repte d'una ciutadania planetària que accepta un cert caràcter antropocèntric de relació amb el medi però que no renuncia a una perspectiva més ambiocèntrica, basada en la concepció de l'ésser humà com a ecodependent (Novo & Murga, 2010). De manera que, en concebre de forma simultània la idea d'identitat humana amb la d'identitat de l'entorn, perd sentit un paper humà basat tan sols en el domini i la conquesta de la naturalesa (Bonil, Sanmartí, Tomás, & Pujol, 2004).

Viure en el respecte per la pluralitat de formes de vida comporta l'acceptació i coneixement d'un mateix i dels altres, desmarcant-se d'una visió utilitarista o compassiva i apostant profundament per la justícia social. L'aposta per l'equitat significa en definitiva el rebuig a la imposició d'una única manera de pensar, de fer o d'actuar que afavoreix la pèrdua d'una riquesa cultural i perpetua els sistemes de domini de les majories sobre les minories. Les accions guiades per l'alteritat assumeixen un respecte per la vida en totes les seves manifestacions.

Cal posar en valor la diversitat de formes de vida, desmarcant-se dels estils dominants actuals que s'imposen sobre les minories agreujant la injustícia social i la insostenibilitat ecològica (Pujol, 2003), per considerar formes alternatives d'organització social que constitueixin un futur per a la humanitat, que aposten per la pràctica de l'autosuficiència fonamentada en l'exercici de la llibertat i la cooperació solidària.

Aquesta ciutadania aposta per una ètica de la responsabilitat entenent la responsabilitat com un espai de llibertat, reflexió, autonomia i compromís (Sauvé 1999). La responsabilitat emergeix com el punt d'unió entre humans i naturalesa, entre el ser i el fer. Entendre la responsabilitat com una forma d'expressió de la llibertat positiva (Mayer, 2002) en una societat que viu amb una globalització imposada pel mercat, amb la convivència normalitzada del risc i que genera irresponsabilitats

organitzades, implica plantejar un nou model de ciutadania que assumeixi la responsabilitat d'actuar localment i l'acceptació de les seves conseqüències a nivell global, que estigui organitzada i intervingui en l'àmbit internacional i a la vegada actuï localment teixint xarxes de relacions socials.

Per arribar a una nova actitud es necessita doncs una disposició ètica basada en la responsabilitat, que accepti la naturalitat de la persona humana no com un límit sinó com una possibilitat, en el reconeixement dels propis límits i vincles com a font de llibertat i felicitat.

En definitiva, per tal d'assumir els reptes d'aquesta transformació de la societat cal una nova forma de pensar que incorpori la incertesa i que posi en valor les interaccions, tant individuals com col·lectives, les locals amb relació a l'impacte global. Una forma de pensar que servirà per fonamentar les accions en el medi integrant la perspectiva complexa. Unes accions que estan orientades a la presa de decisions reflexiva i responsable, i que no deixen de banda uns valors que connecten al medi, ens connecten amb nosaltres mateixos i per tant amb les altres persones en un camí cap a la comprensió de la complexitat que caracteritza aquestes relacions, sense perdre de vista l'escala més propera i sentint-se part d'una esfera superior.

## II.3. Una forma de construir coneixement sobre el món

Veure el món com un conjunt de sistemes té implicacions tant en la forma de pensar, com de sentir i d'actuar. En aquest apartat es fa especial èmfasi en les implicacions que té pensar els fenòmens com a sistemes des de l'àmbit de l'educació i es proposa el pensament sistèmic com una forma de construir coneixement sobre el món incorporant els reptes plantejats en el bloc I.

### II.3.1. Incorporar la complexitat en la construcció del coneixement

La necessitat d'integrar els principis i teories de la complexitat a les teories de l'educació és un corrent que ha pres força en els últims anys. Són diverses les aproximacions que en fan referència però totes elles tenen alguns aspectes comuns: les aportacions de les teories de la complexitat permetrien percebre amb major precisió tant els propis processos d'ensenyament i aprenentatge com els fenòmens d'estudi d'aquests processos. D'entre de la diversitat de perspectives que assumeixen aquesta aproximació en destaquen dues:

La primera perspectiva considera els processos d'ensenyament i aprenentatge com a processos complexos, fet que per si sol justificaria aquest canvi de visió de l'educació i per tant una nova concepció dels currículums com a entitats obertes, dinàmiques i creatives a partir de les característiques dels sistemes complexos (Doll, 2008). És en aquesta línia que Davis i Sumara (2010) argumenten que les teories de la complexitat haurien d'interpretar-se com a teories de l'educació, des del moment en què els processos d'ensenyament i aprenentatge reuneixen les característiques dels sistemes complexos. Això implicaria entendre les aules com a espais de producció de coneixement en xarxa, comprendre el desenvolupament de l'aprenentatge no com un procés lineal sinó d'elaboració iterativa en termes de participació i implicació cooperativa més que no pas en termes d'assoliment de fites a nivell individual. Així, l'educació és entesa com un procés complex en el sentit que el procés d'educar no és traslladar una persona d'un estat a un altre sinó com un procés emergent en el qual les persones es transformen i canvien degut a l'aprenentatge. Des d'aquesta perspectiva la finalitat de l'educació és un producte de l'emergència en sí mateixa, entenent l'educació o l'aprenentatge com el que emergeix del procés d'educar:

“Considerant el caràcter emergent la ‘funció’ de l'educació ja no seria assegurar l'assoliment d'un determinat objectiu educatiu, sinó la socialització de les persones com a ser éssers humans”

*With emergence, the 'function' of education is therefore not to ensure that a desired educational end is achieved, nor to socialize people into a common way of being (Osberg, 2005, p. 82) .*

La segona perspectiva fa referència a considerar els fenòmens de l'entorn i, per extensió, els fenòmens d'estudi com a sistemes que són oberts, i que estan formats per components que en interaccionar amb el medi generen un comportament que no sempre és fàcil de predir (Cilliers, 2005). Per exemple, en estudiar la diversitat d'ecosistemes terrestres es tractaria de passar de les temàtiques als fenòmens, és a

dir, comprendre un ecosistema com un procés més que un estat, resultant de la interacció d'uns components, donant èmfasi a aquestes relacions sense oblidar que és fonamental estudiar-ne també els conceptes bàsics. Això implicaria considerar la comprensió dels ecosistemes des de diferents disciplines de forma complementària com ara els canvis en el paisatge, la biologia, les tradicions culturals d'una determinada regió o la pintura fins i tot. Tot això tenint en compte que un ecosistema està subjecte als canvis que es puguin produir a diferents nivells des del més local al més global i que evoluciona amb el temps de manera que un ecosistema que existeix actualment pot desaparèixer en el futur de la mateixa manera que es pot estudiar un ecosistema que ja s'ha extingit.

Aquesta recerca se situa en la segona perspectiva, que planteja alguns reptes a l'hora d'incorporar les teories de la complexitat en la construcció del coneixement i que es desenvolupen a continuació.

El primer repte té a veure amb la forma com tradicionalment s'han interpretat els fenòmens i que generalment tendeix a **obviar el caràcter complex del món contemporani**. Per a Jörg (2009) la realitat és complexa i explicar-la de forma lineal i simplificada és perdre-se'n una part. Des del seu punt de vista, els alumnes són capaços de descriure, però no d'explicar, ni la realitat ni les emergències derivades del procés d'aprenentatge a partir de les interaccions que tenen lloc entre les diferents variables d'un fenomen estudiat. Per això, els alumnes assumeixen la complexitat sense més però no la distingeixen. Això comporta que no puguin ocupar-se de la complexitat de la realitat: disgreguen les parts essencials dels fenòmens i aprenen a no veure el que és complex. Jiménez-Aleixandre (2003a) va més enllà en afirmar que el resultat d'obviar la complexitat dels fenòmens en l'educació científica en particular són:

“(...) Unas ciencias fragmentadas en las que es difícil percibir la utilidad, pues no se vinculan los conocimientos con el mundo real, y en la que se promueve que los alumnos vean la cosas de una manera determinada, más que tratar de entender lo que ven. La consecuencia de esta reformulación inadecuada es que, siendo compleja, la ciencia se enseña como si fuese sencilla; siendo una construcción humana sujeta a cambios a veces radicales, se enseña como si hubiese tenido un desarrollo acumulativo.” (p.26)

Un altre dels reptes destacats té a veure amb **la relació entre el tot i les parts** i les implicacions de donar importància a les interaccions. En aquest sentit Morin (2001a) afirma que si la globalitat és una característica de la societat però els sabers estan separats, no s'està sabent afrontar aquesta globalitat. Per tant es fa palesa la necessitat d'abordar els problemes des d'una perspectiva complexa evitant el reduccionisme, és a dir, no fragmentar els problemes per fer-los més senzills. Això és el que s'ha fet tradicionalment: s'ensenya a aprendre a fragmentar els problemes i no pas a connectar coneixements, de manera que es generen dues mancances principals de l'ensenyament: la no contextualització dels fenòmens a la realitat i la compartimentació dels sabers i no integració entre ells.

El tercer repte que es destaca té a veure amb la importància de **situar els fenòmens en els eixos temporals i espacials**. Johnson (2008) proposa que els processos d'ensenyament i aprenentatge tenen lloc en un context complex que es pot descriure a partir de cinc nivells i de les relacions que s'hi desenvolupen. Aquests nivells van des de les relacions directes que pot tenir un individu amb les estructures més pròximes (amics, família, feina, activitats de lleure, la casa...), passant pel sistema social

que envolta la persona i sobre el qual ella no hi té influència, fins als valors, creences, estils de vida o els costums.

Un altre dels reptes més rellevants de l'educació contemporània que incorpora la complexitat passa per **afrontar les incerteses** del context permanentment canviant que caracteritza els temps actuals. Morin proposa diferents àmbits per als quals la incertesa és una eina útil d'aprendre a gestionar, la primera de les quals és assumir que no existeix una única realitat que puguem anomenar la real, per això Morin ens recomana “ser realista en el sentido complejo del término: comprender la incertidumbre de lo real, saber que existe una porción de lo posible aún invisible en lo real” (Morin, 2001a, p. 103). A l'hora de planificar les accions per tal de poder gestionar la incertesa a la que estan sotmeses aquestes actuacions pren rellevància el concepte d'estratègia. Per a Morin, tant aviat com un individu emprèn una acció, aquesta comença a escapar de les seves intencions. L'acció entra en un univers d'interaccions i finalment és l'entorn qui s'apodera d'ella, podent contrariar la intenció inicial. Per tant és més adequat considerar a curt termini les conseqüències d'una acció, ja que els seus efectes a llarg termini són impredecibles. Osberg (Osberg, Biesta, & Cilliers, 2008) va més enllà afirmant que no només l'entorn pot modificar la intenció de les accions i que per això no és possible predir-ne el resultat, sinó que mai es podrà obtenir coneixement de l'entorn de forma definitiva, simplement, cal sentir-lo al voltant, indefinidament. Segons la seva anàlisi això s'explica perquè quan s'actua en el medi, s'està creant coneixement, *s'aprèn* a actuar de formes diferents, i quan això ocorre s'aporta nou coneixement, que a la vegada canvia el món, fet que esdevé en un canvi en la nostra forma d'actuar, i així, indefinidament. Finalment, Osberg et al (2008) posen de manifest que des del moment en què no es pot entendre el que és complex en la seva totalitat, els models, per definició, han de reduir complexitat, i que és precisament en aquesta reducció que es genera l'aprenentatge. Per tant, per més complexament que s'intenti ensenyar la complexitat sempre serà de forma reduïda i se'n perdrà una part.

Si s'accepta aquest escenari de transformació cap a la incorporació de la complexitat en la construcció el coneixement es fan vàlides les paraules de Jacques Delors quan afirma que les opcions educatives són opcions de societat (Delors, 1996). D'aquesta manera l'educació pot contribuir a la construcció d'una societat que no gira l'esquena a l'evident crisi multidimensional i que no accepta la simplicitat com a forma única d'afrontar els conflictes. Una educació necessàriament concebuda des de la complexitat, que es fa seves les teories i els principis d'aquesta fins a convertir-los en un discurs propi (Davis, 2005), esdevenint el marc òptim per a gestionar els fenòmens contemporanis i per a formar ciutadans que els puguin comprendre (OECD, 2001), tot això amb la finalitat de fer-los competents per poder analitzar des de diverses perspectives els conflictes, posant en valor l'opinió dels altres, sent crítics amb la informació i les fonts de coneixement, per poder prendre decisions fonamentades i participar de la societat on viuen d'una forma responsable (Sanmartí, 2002).

Aquest repte a nivell educatiu implica desenvolupar un coneixement que capaci per prendre decisions i actuar en conseqüència, i que per tant fonamenta i dota de contingut la forma d'intervenir en la gestió dels conflictes i la presa decisions (Rychen & Salganik, 2005). És en aquest sentit que es presenta el pensament sistèmic com una via per incorporar la complexitat en la construcció del coneixement, ja que contribueix a reconèixer les influències dels propis valors, la pròpia percepció i interpretació del món, així com les formes més intuïtives o no-racionals de coneixement. També afavoreix l'acceptació de la incertesa i l'ambigüitat, i a participar i aprendre del canvi. I permet identificar estratègies per a la



definició de solucions sostenibles per al canvi d'estils de vida, fent èmfasi en l'autoorganització i la resiliència (Sterling, 2004). A més, per a Hopkins (2010) el pensament sistèmic no només és rellevant pel que fa als temes ambientals sinó que el defensa com una competència pròpia de les persones que l'haurien de poder desenvolupar al llarg de la seva vida.

## II.3.2. Conceptualització del pensament sistèmic

La recerca sobre el pensament sistèmic i els seus processos d'ensenyament i aprenentatge ha estat un tema recurrent tal i com recullen Jacobson i Wilensky (2006) on presenten els articles, recerques i reflexions publicats entorn a la necessitat d'aprofundir en l'aprenentatge dels sistemes, tant en les ciències socials com en les ciències experimentals. Per tal de definir el concepte de pensament sistèmic en primer lloc es presenta un recull de les característiques que diverses recerques en l'àmbit educatiu han destacat sobre el pensament sistèmic i a continuació es defineix el que s'entén per pensament sistèmic en el marc d'aquesta recerca.

### II.3.2.1. Aproximació al concepte de pensament sistèmic des d'una perspectiva educativa

En el camp de la didàctica de la física, destaquen les recerques sobre **causalitat i raonament causal**, basades en la comprensió per part de l'alumnat del funcionament dels circuits elèctrics, de la capacitat de relacionar variables, etc. Són característics en aquest camp els estudis sobre la comprensió del funcionament d'un circuit elèctric, on s'analitzen les explicacions que dona l'alumnat entorn al fenomen i n'extreuen classificacions o models de pensament en funció de la complexitat de les explicacions. En són exemples les recerques fetes per Barbas&Psillos (1997); Schauble, L., Glaser, R., Raghavan, K. and Reiner, M. (1991); Park&Pak, (1997).

En la mateixa línia però amb matisos trobem la recerca feta per Solsona, Izquierdo i Gutiérrez (2000) que explora els models teòrics de l'alumnat amb relació a la causalitat a partir de treballar el canvi químic.

Finalment, diSessa (1988) presenta en el seu treball "Knowledge in pieces" la necessitat d'avançar cap a una visió sistèmica del coneixement posant èmfasi en els raonaments causals.

Els treballs de l'equip de Tina Grotzer són un sòlid referent a l'hora de parlar de la causalitat però en aquest cas dels fenòmens biològics. Els seus treballs (Grotzer & Basca, 2003; Grotzer, 2003; Perkins & Grotzer, 2005) entenen el procés d'ensenyament–aprenentatge basat en la modelització i se centren en la comprensió i caracterització de les explicacions causals que dona l'alumnat entorn a fenòmens sistèmics, com ara les relacions tròfiques dins d'un ecosistema, o la selecció natural. També n'és un exemple la recerca feta per White (1997) entorn a les explicacions causals de la comprensió d'una xarxa tròfica.

En la mateixa línia, els treballs de Gómez i Sanmartí (Gómez, Pujol, & Sanmartí, 2006; Gómez, 2005) exploren les explicacions causals de l'alumnat amb relació al model d'ésser viu. Tot i això, les recerques més rellevants des de la biologia i les ciències de la terra se situen en la comprensió dels ecosistemes o

els sistemes vius des d'un enfocament que posa l'èmfasi en el **caràcter sistèmic dels organismes vius**.

En aquest sentit destaca la multitud de treballs d'Assaraf i el seu equip (Assaraf & Orion, 2005, 2010b; Kali, Orion, & Elon, 2003), que té una llarga trajectòria en l'estudi i l'anàlisi del pensament sistèmic en fenòmens com els ecosistemes, i que ha esdevingut un clar referent a l'hora de parlar de pensament sistèmic en educació. En el següent apartat ho desenvoluparem.

Riess i Mischo (Riess & Mischo, 2009) exploren quins mètodes d'ensenyament-aprenentatge són millors per promoure el pensament sistèmic en biologia.

Els treballs de Booth Sweeny i col·laboradores també són un referent a l'hora de parlar de pensament sistèmic, més concretament en els seus treballs (Sweeny & Serman, 2000, 2007) reclamen el pensament sistèmic com una eina necessària per entendre els sistemes complexos. En referir-se als sistemes complexos apareix en la bibliografia una corrent que es focalitza en el **pensament emergent** i que aporta idees coherents amb la definició de sistema presentada en el bloc I.

Destaquen els treballs de Goldstone i Wilensky (Goldstone & Wilensky, 2008; Goldstone, 2006; Jacobson & Wilensky, 2006) per una banda, que posen de manifest la necessitat d'incorporar els sistemes complexos en el currículum i se centren en descriure quines estratègies didàctiques afavoreixen el pensament complex.

Per altra banda els treballs de Hmelo i de Lesh (Hmelo-Silver & Azevedo, 2006; Hmelo-Silver, Holton, & Kolodner, 2000; Lesh, 2006; Liu & Hmelo-Silver, 2009) se centren en l'estudi de la modelització dels sistemes complexos a partir de l'experimentació i la construcció de models per part de l'alumnat.

Explorant una mica més en la direcció del pensament emergent destaquen els treballs sobre els fenòmens emergents i el pensament descentralitzat que ha realitzat Michael Resnick (Resnick, Berg, & Eisenberg, 2000; Resnick & Wilensky, 1998; Resnick, 1994, 1996b; Wilensky & Resnick, 1999), que se centren en la comprensió per part de l'alumnat dels fenòmens emergents més quotidians. Utilitzant un software informàtic per tal de simular fenòmens emergents es descriuen les dificultats i oportunitats de pensar de forma descentralitzada. Penner (2000) i Chi (2005) presenten també les dificultats i reptes més comuns per part de l'alumnat a l'hora d'explicar fenòmens emergents com ara la formació d'un talús o la difusió de colorant en aigua.

Finalment Johnson (2003) proposa reflexionar sobre el caràcter emergent de fenòmens tant quotidians com les ciutats, les neurones o les colònies de formigues.

En buscar referents en el camp de l'educació ambiental no hi ha una única tendència, si bé la majoria es refereixen a simular fenòmens ambientals i a estudiar com l'alumnat els resoldria. En aquesta línia destaquen sobre tot les recerques fetes sobre canvi climàtic (Serman & Sweeny, 2002) o efecte hivernacle (Jakobsson, Makitalo, & Saljo, 2009). La recerca d'antecedents en aquest camp també ha fet palès l'interès sobre el pensament sistèmic en recerques sobre fenòmens ambientals des dels anys 90. Algunes recerques se centren en les aportacions del pensament sistèmic a l'educació ambiental, (Cloud, 2005; Krasny, 2009; Sterling, 2001, 2004), d'altres investigacions estan orientades cap al professorat i expliquen de quina manera incorporar algunes nocions del pensament sistèmic en l'ensenyament, (Goekler, 2003; Martin, Brannigan, & Hall, 2005), i finalment, d'altres recerques se centren en l'estudi

de les concepcions de l'alumnat amb relació a la resolució sistèmica de problemes ambientals (Eichler & Fagundes, 2004; Palmer & Suggate, 2004; Sheehy, Wylie, McGuinness, & Orchard, 2000; Wylie, Sheehy, McGuinness, & Orchard, 1998). Finalment cal destacar els treballs d' Eduardo Garcia (García, 1995, 2003, 2006) que ha treballat extensament en la incorporació d'una visió ecològica en l'ensenyament de les ciències, des d'una perspectiva sistèmica i incorporant els principis de la complexitat.

De la multiplicitat d'aportacions fetes per les diferents recerques se'n deriven les característiques del pensament sistèmic, que es descriuen a continuació.

### **II.3.2.2. Què s'entén per pensament sistèmic**

Degut al caràcter multidisciplinar del concepte de pensament sistèmic existeixen múltiples definicions del que significa. Se'n presenten les més rellevants des de la perspectiva didàctica a continuació:

Per a Riess i Mischo (2009) el pensament sistèmic és la capacitat de reconèixer, descriure i modelitzar els aspectes complexos de la realitat com a sistemes. Això passa per identificar els components del sistema i les relacions d'interdependència que es puguin establir entre ells, així com situar el sistema en una dimensió temporal per tal de poder fer prediccions.

Per a Hmelo-Silver, en canvi, el pensament sistèmic significa comprendre un sistema considerant les interaccions causals i les relacions funcionals entre les parts del sistema i amb d'altres sistemes (Hmelo-Silver et al., 2000).

Per a Senge (1990, llegit a Assaraf&Orion, 2005) el pensament sistèmic consisteix en el reconeixement de les interconnexions, patrons i relacions entre les parts d'un sistema que després es poden sintetitzar en una visió unificada del conjunt. En la mateixa línia Ulmer (1986, llegit a Assaraf&Orion, 2005) afirma que el pensament sistèmic és més aviat una actitud per afrontar la complexitat, en la mesura que reflecteix la cerca de les interrelacions entre entitats en un conflicte.

Per a Morin (2001b) el pensament sistèmic fa especial èmfasi en la necessitat de considerar el tot més que la suma de les parts en la comprensió dels sistemes des d'una perspectiva complexa. Els aspectes fonamentals des d'aquesta perspectiva es deriven de considerar el sistema com un tot en què les parts interaccionen i donen lloc a noves propietats. A més, aporta aquelles característiques dels sistemes que es deriven de considerar-lo més que la suma de les parts i que no són exclusives dels components aïllats del sistema: reversibilitat i irreversibilitat; patrons i regularitats; bucles de retroalimentació, etc.

En la mateixa línia, Capra (1998) posa l'èmfasi en les transformacions que s'han de fer per passar d'un pensament no sistèmic a un pensament sistèmic: es tracta de passar de les parts al tot, dels components a les relacions, de les estructures als processos i de l'objectivitat a la construcció subjectiva: és a dir, comprendre un fenomen sistèmicament implica situar-lo en un context i establir la naturalesa de les relacions que s'hi desenvolupen.

Per a Leal (2009) pensar sistèmicament implica també dur a terme una mobilització en la forma de pensar, passant dels objectes a les relacions, dels continguts als patrons, de l'estructura als processos, de l'estabilitat a l'equilibri dinàmic i de les relacions unicausa-uniefecte a les relacions complexes causa-efecte.

En definitiva, per comprendre els sistemes des d'una perspectiva complexa calen unes habilitats concretes, que es reuneixen en el concepte de pensament sistèmic.

Assaraf i Orion (2010a) defineixen les vuit característiques del pensament sistèmic amb el Model Jeràrquic de Pensament Sistèmic (The System Thinking Hierarchical (STH) Model, en anglès). Aquestes característiques estan organitzades jeràrquicament en tres nivells, de manera que per poder passar al nivell superior, prèviament s'han d'haver assolit les competències del nivell inferior:

Nivells de comprensió	Competències necessàries per entendre els sistemes des d'una perspectiva complexa
<b>Anàlisi dels components del sistema</b>	1. La capacitat d'identificar els components d'un sistema i els processos dins del sistema
<b>Síntesi dels components del sistema</b>	2. La capacitat d'identificar les relacions entre els components del sistema. 3. La capacitat d'identificar les relacions dinàmiques dins del sistema. 4. La capacitat d'organitzar els components dels sistemes i els processos que s'hi desenvolupen dins d'un marc de relacions. 5. La capacitat de comprendre la naturalesa cíclica dels sistemes
<b>Implementació</b>	6. La capacitat de fer generalitzacions (resoldre problemes basant-se en la comprensió dels mecanismes propis dels sistemes.) 7. La comprensió de les dimensions ocultes del sistema (comprendre els fenòmens naturals a partir de patrons i interrelacions que no són visibles explícitament) 8. El pensament temporal: retrospectiva i la predicció (comprendre que algunes de les interaccions que s'esdevenen en el sistema es van produir en el passat i que esdeveniment futurs poden ser un resultat de les interaccions del moment present)

*Taula 1: Nivells de comprensió del pensament sistèmic*

Altres autors han caracteritzat el pensament sistèmic a partir de les seves dimensions. Per a Grotzer (2003) les dimensions del raonament causal són aspectes que permeten descriure i caracteritzar les explicacions de l'alumnat relacionades amb fenòmens causals. Per a Ossimitz (2000 llegit a Kali et al., 2003) les dimensions es refereixen a les competències que són necessàries per poder pensar sistèmicament:

Per a Ossimitz (2000, llegit a Kali et al., 2003) el pensament sistèmic es caracteritza segons quatre dimensions bàsiques:

- El pensament relacional o en xarxa, que implica pensar en bucles de retroalimentació i en les relacions tenint en compte els efectes indirectes.
- El pensament dinàmic que significa situar els fenòmens al llarg d'una línia temporal i espacial.
- Pensar en models, que inclou l'habilitat d'entendre models que representin sistemes així com poder construir-los.
- Dirigir un sistema, que té l'objectiu de poder desenvolupar actuacions dins un sistema.

Per a Sterling (2004) en canvi, les dimensions del pensament sistèmic fan referència als diferents nivells contextuals on es pot expressar el pensament sistèmic:

- Percepció: el pensament sistèmic amplia el propi punt de vista i els propis límits, posant en valor altres punts de vista. La mirada holística a un context global permet combatre la tendència a simplificar problemes i solucions.

- Concepció: el pensament sistèmic ajuda a reconèixer connexions i patrons de relació, de manera que reconnecta amb l'entorn i amb els altres.
- Acció: el pensament sistèmic ajuda a dissenyar actuacions des d'una perspectiva global i integradora. Afavoreix la presa de decisions i la gestió adaptativa, de manera que promou aproximacions més participatives i interdisciplinàries a la resolució de problemes i la proposta d'accions en el medi, a través de la diversitat de variables i relacions que intervenen en els conflictes.

Per tant, a partir del recull de característiques exposades i segons els propòsits d'aquesta recerca, s'entén el pensament sistèmic com:

La capacitat de comprendre els fenòmens com un conjunt de **components estructurants** que **interaccionen** entre ells i/o amb el **medi** a **diferents nivells**. Implica comprendre que aquestes interaccions generen processos i mecanismes que emergeixen en els patrons de comportament del fenomen, generant un flux d'informació amb el medi que permet autoregular-se. A més, pensar sistèmicament implica reconèixer les relacions que s'esdevenen al nivell dels components estructurants, al nivell dels processos i al nivell dels patrons de comportament des d'una perspectiva complexa, acceptant la **incertesa** i la **impredictibilitat**, per tal de poder intervenir en el medi mitjançant la proposta fonamentada d'accions.

A continuació es desenvolupen aquestes característiques.

### II.3.2.2.a. Les interaccions entre els components estructurants i amb el medi

Un dels aspectes importants que es deriven de la perspectiva complexa d'entendre els sistemes és la importància que tots els autors atribueixen a les interaccions que s'esdevenen entre els components del sistema i entre els components del sistema i el medi. Aquest procés s'anomena **causalitat** i representa el conjunt de regles que regulen aquestes interaccions entre els components del sistema, o entre les causes i els efectes del comportament del sistema, i el pensament causal és la manera com s'interpreten les relacions causa-efecte que tenen lloc en els fenòmens del món. En aquest apartat es caracteritza el raonament causal i concretament es defineixen els tipus d'interaccions causals més comunes que l'alumnat tendeix a utilitzar en la comprensió dels sistemes.

Per situar el que s'entén com a raonament causal es parteix dels treballs de Grotzer (Grotzer, 2003; Perkins & Grotzer, 2005) que el caracteritza a partir de quatre dimensions. Cada una d'aquestes dimensions és presentada en un gradient de menys complexitat a més complexitat i serveixen per caracteritzar les explicacions causals. A continuació es descriuen breument les quatre dimensions del raonament causal:

- Mecanisme: fa referència als mecanismes causals involucrats en una explicació. Consisteix en la descripció dels processos pel qual un efecte es produeix. Les explicacions més senzilles s'atribueixen a generalitzacions superficials (els animals aprenen a estirar els seus colls) i les explicacions més complexes tindrien en compte diferents nivells i incorporarien els mecanismes subjacents que involucren propietats, entitats, regles o la utilització de lleis per explicar processos (la teoria de l'evolució).

- Tipus d'agent: fa referència a la naturalesa de l'agent causant del fenomen. En la versió més senzilla un agent centralitzat és el causant directe i immediat del fenomen, mentre que en la versió complexa els sistemes s'autoorganitzen en estructures emergents.
- Patrons d'interacció: fa referència als patrons de relació entre les causes i els efectes. Les explicacions més senzilles es caracteritzen per patrons simples i linears (A causa B), passant per explicacions causals que involucren diverses causes i diversos efectes, fins a les explicacions més complexes que es caracteritzen per la presència de diversos agents relacionats de forma retroactiva o recursiva en bucles.
- Probabilitat: fa referència a les expectatives de certesa en les relacions causals. Les explicacions més senzilles es caracteritzen per ser deterministes, de conseqüències conegudes i inevitables, mentre que les explicacions més complexes tenen a veure amb explicacions dels sistemes caòtics influïts per l'atzar i la indeterminació de conseqüències impredecibles.

A partir d'aquestes quatre dimensions es caracteritzen aquells aspectes que fan referència al tipus d'interaccions que es poden donar.

Per a fer-ho Barbas&Psillos (1997) parteixen de les explicacions científiques i n'anomenen tres tipus: les explicacions causals, les explicacions típiques i les explicacions multi-nivell. En les explicacions causals, les causes dels canvis observats en el sistema són atribuïdes a canvis que ocorren fora del sistema. És a dir, l'agent causant és a fora del sistema, el sistema se situa com a receptor de la causa, com a agent passiu, i per tant els canvis que es provoquen en el sistema són els efectes. Mentre que el que queda a fora del sistema seria l'agent actiu, és a dir, les causes. Les explicacions d'aquest tipus es basen principalment en aquesta distinció entre l'agent actiu-causant i el passiu-receptor, i es poden produir a quatre nivells:

- a) Simple: s'estableix una relació causal entre una causa (C) i un efecte (E). Només es consideren els casos en què la causa no produeix cap altre efecte. L'enllaç causal és unidireccional i regular:

$$C \rightarrow E$$

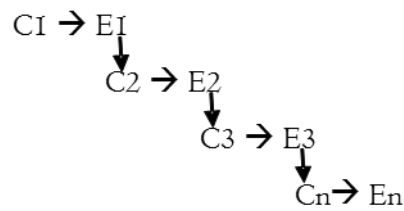
- b) Linear: s'estableix una relació causal caracteritzada per una cadena causal en la qual cada causa és el resultat d'una altra causa, o cada resultat és la causa d'un altre resultat. L'enllaç causal és lineal i unidireccional:

$$C1 \rightarrow C2 \rightarrow C3 \rightarrow Cn \Rightarrow E1 \rightarrow E2 \rightarrow E3 \rightarrow En$$

- c) Circular: aquest tipus de causalitat es dona quan s'ha atribuït una relació causal simple entre A i B, i a la vegada s'observa una relació causal de la mateixa naturalesa de B cap a A. L'enllaç causal en aquest cas és bidireccional i reversible:

$$A \Leftrightarrow B \Leftrightarrow A$$

- d) Cadena iterativa: aquest tipus de causalitat té en compte la seqüència espacial i temporal. La relació causa-efecte es propaga en més d'una direcció. En aquesta cadena, un parell d'enllaços simples es repeteix formant una cadena iterativa que es repeteix a si mateixa formant un bucle lineal.



El segon tipus d'explicació són les explicacions típiques, i es refereixen a la definició de variables que caracteritzen el sistema i particularment a l'existència d'una relació entre aquestes variables, en altres paraules, a una llei interna. Per exemple, la simetria com una variable que caracteritza el sistema i que alhora serveix per explicar un determinat comportament del sistema.

Les explicacions multi-nivell, finalment, impliquen una descripció del sistema més refinada, planteja el sistema com una estructura que té diferents nivells i, per tant, la interacció entre les variables es pot produir a diferents escales.

A continuació es presenta una caracterització de les diferents relacions causa-efecte que complementa la presentada fins al moment i que es recull a partir del treball fet per Grotzer i Basca (2003) en la comprensió del funcionament dels ecosistemes i les xarxes tròfiques:

- a) Interacció Simple Linear: es caracteritza relacions unidireccionals i directes d'una causa i un efecte.
- b) Interacció Múltiple Linear: es caracteritza per relacions unidireccionals i directes que poden ser caracteritzades per múltiples causes i/o múltiples efectes.
- c) Efecte dòmino: els efectes es propaguen des de les causes seguint un efecte dòmino. Els patrons tendeixen a ser lineals (en branca o radials). Aquest patró comença com una interacció lineal, però a mesura que s'esdevé la cadena de causes i efectes apareixen **efectes indirectes**, és a dir, augmenta la distància entre els agents causants i els seus efectes, ja que els efectes primaris esdevenen causes d'un procés secundari. Un exemple és la transferència de l'energia solar en una xarxa tròfica. A partir del Sol, que és el que proporciona l'energia, aquesta es va transferint en els diferents nivells fins a dissipar-se a l'atmosfera com a calor durant el procés de descomposició.
- d) Interacció cíclica: es caracteritza per patrons cíclics simples, com ara el cicle de la matèria en la xarxa tròfica. És una variant de la interacció dòmino en que la cadena de causes i efectes esdevé cíclica.
- e) Causalitat retroactiva (*re-entrant causality*): implica reconèixer bucles retroactius i patrons cíclics simples. Més que una relació lineal, el patró és un cercle que té un bucle retroactiu. Les causes esdevenen efectes, i aquests esdevenen causes, a la vegada. Per exemple en el cas del procés de descomposició de la matèria ja que implica el procés de reciclatge de la matèria (interacció cíclica) i a la vegada, entendre que la matèria es conserva, no pas que la matèria desapareix.
- f) Causalitat recursiva (*mutual causality*): implica reconèixer patrons recíprocs com ara, patrons bidireccionals en els quals cada element afecta els altres, i alhora és afectat també pels altres elements. Normalment aquesta causalitat implica relacions d'equilibri/desequilibri entre dos o més elements del sistema que generen fluctuacions i comportaments emergents en el sistema. Per exemple, els ratolins aporten energia pels mussols, i els mussols ajuden a regular la població de ratolins, que a la vegada equilibra la relació dels ratolins amb el seu menjar.

En resum, les interaccions que es produeixen entre els components estructurants del sistema i entre aquests i el medi tenen naturalesa diversa en funció de la direccionalitat de la interacció, el nombre de components que hi intervien i de com se situïn temporalment i espacialment.

### **II.3.2.2.b. Les relacions a diversos nivells escalars i la incertesa**

La idea d'emergència apareix de forma recurrent a mesura que s'incorpora la perspectiva complexa a les relacions causals i aquestes es caracteritzen per una distància temporal i espacial entre els agents responsables de les causes i els efectes, i per tant de conseqüències inesperades en nivells superiors als quals els agents actuen (Grotzer, 2003).

L'interès pel caràcter emergent dels fenòmens apareix durant el segle XX en produir-se un interès creixent pels anomenats sistemes complexos. Es passa de veure el món com una cadena causal a veure interaccions descentralitzades i circuits de retroalimentació. En aquest moment s'estudia de quina manera conductes complexes poden ser el resultat de les interaccions entre regles simples, i com els patrons complexos poden resultar de les interaccions entre components simples: són els anomenats fenòmens emergents (S. Johnson, 2003; Resnick, 2001).

Parlar d'emergència implica centrar-se en el comportament dels sistemes més que en les accions dels individus. En aquest sentit, si s'observa el sistema com un tot es podrà apreciar que el comportament resultant del sistema és diferent i més complex que el comportament dels individus que el formen, com per exemple en un formiguer. Resnick (2001) defineix l'emergència com un procés i com una propietat més que com una entitat: les propietats atribuïbles al sistema en conjunt no són propietats dels components individuals que formen el sistema. Sinó que les propietats globals del sistema emergeixen com a resultat de les interaccions entre els components del sistema subjacent.

Jacobson i Wilensky (2006) posen l'èmfasi en les interaccions que es produeixen als diferents nivells del sistema. Per a ells l'emergència té a veure en com les interaccions dels components del sistema que es produeixen a nivell local (nivell mirco) poden contribuir a definir patrons o comportaments del sistema a nivell global (nivell macro), de característiques diferents a les de les seves parts. És en aquest sentit que es consideren els components del sistema com un conjunt uniforme en el qual els components individuals poden interactuar amb qualsevol altre component, i on la totalitat d'aquestes interaccions és responsable del patró global (Chi, 2005).

Des d'aquesta perspectiva les propietats d'un sistema que resulten de les interaccions entre els seus components no són les mateixes que les propietats que es poden deduir lògicament de les propietats dels components (Resnick, 1996a). És a dir, aquestes propietats només tenen sentit si es comprèn el sistema com un tot. Per exemple, si s'estudien els patrons de trànsit en una ciutat, un embús és la propietat emergent del sistema com un tot, i es produeix per la manera en la que interactuen els automòbils. Així, si s'observa el comportament dels automòbils, de mica en mica aquests es van movent cap endavant, mentre que en observar el comportament de l'embús en una ciutat aquest va retrocedint i cada vegada l'embús comença més enrere. És en aquest sentit que l'embús és una propietat emergent del sistema que no es pot interpretar únicament a partir del comportament de les seves parts (S. Johnson, 2003; Resnick, 1994): un embús de cotxes es mou cap enrere amb el temps, en canvi cada cotxe es mou cap endavant i deixa enrere l'embús, que cada vegada comença més enrere.



Una altra característica de l'emergència és la manca d'un líder que decideix quin serà el comportament del sistema. Per exemple en fixar-se en una bandada d'orenetes que fa la migració: els ocells giren cap a un costat tots a l'hora, i de sobte viren cap al costat contrari i descendeixen a terra, com si seguissin una coreografia perfectament dissenyada. Com ho fan els ocells perquè els seus moviments es mantinguin tant ben organitzats, tant sincronitzats? La dificultat de respondre a aquesta pregunta és la tendència de la majoria de persones a un pensament centralitzat i la resistència a una concepció autoorganitzada dels patrons, ja que la majoria de les persones tendiria a respondre que és a causa d'un líder. Però no és així, no hi ha cap "ocell líder" en la bandada. Més aviat al contrari, les bandades són un exemple del que es podria anomenar autoorganització. Un sistema autoorganitzat és construït des de baix (bottom-up), amb emergències que ajuden a l'adaptabilitat derivada del coneixement local. Cada ocell en la bandada segueix un conjunt de regles simples i reacciona als moviments dels ocells del seu voltant; els seus veïns. Els patrons ben organitzats de la bandada sorgeixen d'aquestes interaccions locals simples. Cap dels ocells té la idea del patró global de la bandada. L'ocell capdavanter no és el líder en sentit significatiu; només ho és perquè es troba en aquell lloc. La bandada doncs, s'organitza sense un organitzador, es coordina sense un coordinador, per això es diu que és un sistema autoorganitzat.

El moviment de la "massa crítica" iniciat a la Xina és un altre exemple que permet explicar les característiques de l'emergència. Aquest fenomen s'origina a la Xina quan els ciclistes no poden creuar grans carreteres a causa de l'alt volum de trànsit i de la manca de semàfors. Lentament es van acumulant ciclistes a banda i banda del carrer fins que en un determinat moment, sense cap senyalització ni cap persona que ho indiqui de forma organitzada, els ciclistes comencen a creuar el carrer i la seva quantitat és suficient per fer aturar els automòbils:

- **Reconèixer que pot no haver-hi una força causant única responsable del comportament del sistema.** En la formació del fenomen de la massa crítica no hi ha un líder que orquestri el grup de ciclistes que creua la carretera. El que sí que hi ha és una regla simple que la gent segueix: quan un dels ciclistes comenci a creuar la carretera, cal seguir-lo. Així, regles simples poden derivar en comportament complexos (S. Johnson, 2003). No obstant això, la norma és necessària però en si mateixa és insuficient per produir el comportament emergent del sistema ja que aquesta es limita a prescriure el comportament d'un individu determinat.
- **Distingir entre els nivells micro i els nivells macro.** En considerar el fenomen al nivell micro, el que es veu són persones que creuen una carretera dalt d'una bicicleta. És a dir, tot el que existeix en aquest nivell són les interaccions entre els individus. És només des de fora del sistema que el patró a nivell macro, el fenomen de la massa crítica aturant el trànsit d'una gran carretera, en aquest cas, és perceptible.
- **Comprendre que petits canvis en el nivell micro poden tenir efectes significatius en el nivell macro.** El nombre de persones que participa en creuar la carretera afecta el desenvolupament del patró global del fenomen. Si només participen poques persones, l'efecte no seria el de poder aturar el trànsit i poder creuar la carretera de forma segura, la percepció al nivell macro seria la d'alguns ciclistes temeraris intentant creuar una carretera plena d'automòbils. És a dir, l'addició o eliminació d'individus al patró pot afectar en gran mesura la percepció del patró a nivell global. De la mateixa manera, la sincronització de les interaccions també afecta la percepció. Si les persones creuen la carretera en moments diferents, el fenomen tampoc es produiria.

Assumir l'emergència no és fàcil, ja que en general es tendeix a resistir-se a una explicació autoorganitzada i es pensa que hi ha algun motor responsable d'un determinat fenomen, assumint una causa única. Quan s'observa que a partir d'un caos inicial, d'un desordre, emergeixen formes organitzades es tendeix a buscar una explicació centralitzada (Wilensky & Resnick, 1999). Per això Resnick (2001) i Johnson (2003) proposen algunes orientacions que permetrien “veure” l'emergència en els fenòmens complexos:

**La retroalimentació positiva no sempre és negativa. Confiar en l'autoorganització:** Els autors reivindiquen el caràcter organitzador de la retroalimentació, positiva o negativa, en els fenòmens emergents i autoorganitzats. La retroalimentació negativa (el funcionament d'un termòstat) serveix com a mecanisme de control del sistema descentralitzat mentre que la retroalimentació positiva posa en moviment altres sistemes. Per exemple en un moviment ciutadà d'oposició a la construcció d'una autovia. Aquest moviment s'inicia amb les persones afectades de cada municipi per on ha de passar l'autovia però la seva incidència en el procés és molt baixa. Quan aquests petits nuclis opositors fan públic el seu punt de vista i el traslladen a les xarxes socials experimenten un creixement de seguidors i el que és més important, permet posar en contacte els petits grups dels diferents municipis i autoorganitzar-se en un moviment més potent i a qui les institucions tenen en compte a l'hora de planificar el projecte de l'autovia.

**L'atzar pot contribuir a l'ordre i ajuda a organitzar:** Davant dels fenòmens emergents es tendeix a buscar causes “llavor” com a promotores. Però en els sistemes autoorganitzats les llavors ni existeixen prèviament ni són imposades des de l'exterior. Per contra, aquests sistemes creen les seves pròpies llavors. I en aquest procés és on l'atzar hi juga un paper clau. L'atzar precisament actua com a llavor a partir de la qual els patrons globals es formen. L'atzar crea les llavors inicials i a partir d'aquí la retroalimentació positiva fa que les llavors creixin. Per exemple, és el procés que explica els camins que segueixen les formigues per portar menjar cap al niu. En trobar menjar les formigues segreguen una substància olorosa durant el camí de tornada al niu, de manera que aquest queda marcat. Si *casualment*, una altra formiga passa a prop del camí i nota l'olor de la feromona, el seguirà, ja que aquest és un indicador de menjar. De manera que aquesta segona formiga també segregará feromona quan vago camí al niu. D'aquesta manera, com més formigues passin, més feromona hi haurà marcant el camí i el que s'acabarà veient serà un camí de formigues que van del menjar al niu. No hi ha hagut una formiga que lideri el camí, per contra, l'atzar ha tingut espai per manifestar-se i ha contribuït a l'organització del sistema.

**La importància de la relació entre els nivells:** En tractar de donar sentit als sistemes descentralitzats i els fenòmens d'autoorganització, la idea dels nivells és d'una importància crítica. Les interaccions entre els components a un nivell donen lloc a nous tipus de components a un altre nivell. Les interaccions entre els cotxes donen lloc a embussos de trànsit, les interaccions entre les aus donen lloc a les bandades. En molts casos, els components en un nivell es comporten de manera molt diferent als d'un altre nivell.

**Un embús no és només un conjunt de cotxes; el tot és més que la suma de les parts:** Per a la majoria dels objectes d'ús quotidià, és habitual pensar-los com un conjunt de parts concretes: un cotxe té quadre rodes concretes, un motor concret, un nombre de portes concretes, una tapisseria en concret, etc. Però en un embús de trànsit és diferent, ja que pensar-lo com un conjunt de vehicles concretes

podria dur a confusió. Els cotxes que componen un embús de trànsit sempre estan canviant, ja que constantment hi ha cotxes que entren i surten. Fins i tot si tots els cotxes en l'embús es substituïssin per cotxes nous, seguiria sent el mateix embús de trànsit. Un embús de trànsit doncs pot ser pensat com un "objecte emergent": que emergeix de les interaccions entre els objectes de nivell inferior (en aquest cas, els cotxes).

Així doncs, interpretar els fenòmens des de l'emergència no resulta fàcil ja que sembla que de forma innata hom s'hi resisteix. Davant d'aquesta tendència es posa l'èmfasi en l'existència de normes que segueixen els sistemes emergents i que es basen en l'existència de diversos nivells escalars on es produeixen les interaccions, en la capacitat d'autoorganització d'aquests sistemes, en l'atzar com a factor organitzador i en el caràcter sistèmic del conjunt, i que fan que possible que aquests siguin visibles.

En resum, el pensament sistèmic es presenta com una competència útil i necessària en el camí d'incorporar la complexitat en el procés de construcció del coneixement ja que per les seves característiques afavoreix la percepció i la interpretació dels fenòmens com a sistemes oberts i dinàmics que s'autoregulen mitjançant interaccions que es produeixen en diferents escales i que tenen conseqüències a diferents nivells tant temporals com espacials.

### **II.3.3. Les dimensions del pensament sistèmic**

La conceptualització presentada en els apartats anteriors permet definir el pensament sistèmic a partir de cinc característiques bàsiques. Aquestes característiques s'entenen a la vegada com a dimensions del pensament sistèmic, que de forma complementària permeten destacar aquells aspectes més rellevants d'aquesta competència i que s'entenen com a necessàries i complementàries entre elles. Aquestes cinc dimensions són a més, el punt de partida per a dissenyar l'instrument d'anàlisi del pensament sistèmic. En el següent apartat es defineixen conceptualment aquestes dimensions i en el capítol IV es presentaran en un format més instrumental com a part de l'instrument.

#### **II.3.3.1. La presència de nivells escalars on es duen a terme les interaccions**

La importància d'identificar els diferents nivells on es duen a terme les interaccions en un sistema ha estat extensament comentada.

La dificultat del treball amb sistemes multinivell rau en la definició del sistema i per tant en la definició dels límits del sistema, partint de la premissa que un nivell superior és tot allò que queda fora del nivell immediatament inferior i que cada nivell és concebut com un sistema en sí mateix.

Així, cada nivell es relaciona amb els altres de forma hologramàtica, de la mateixa manera que les parts s'hi relacionen amb el sistema (Morin, 2001), o de la mateixa manera que es relacionen les cèl·lules d'un ésser viu: l'ésser viu està format per cèl·lules i a la vegada cada cèl·lula conté la totalitat de l'individu en la informació genètica (Morin, 1996). Des d'aquesta perspectiva s'estableix una relació contínua entre el sistema i els seus components, generant un flux en ambdós sentits, desencadenant un conjunt de

processos que posen en relació les diverses escales incorporant mecanismes i relacions causals de caràcter retroactiu i/o recursiu (Bonil et al., 2010).

Degut a la relació hologramàtica que hi ha entre els nivells és necessari a fixar, com a mínim, un dels nivells perquè sigui el de referència i així poder determinar el que hi queda a dins o per sota (components del nivell micro) i el que quedarà a fora o per sobre (nivell macro o entorn) (Gell-Mann, 1995). D'aquesta manera es pot fer una aproximació al fenomen focalitzada però sense perdre la relació amb les escales superior i inferior, és a dir, simplificar sense aïllar (Bonil et al., 2010).

Per a la definició del sistema de referència es té en compte la definició de sistema aportada en el marc teòric:

Un sistema és un conjunt de xarxes dinàmiques formades per un nombre indeterminat de components que interactuen entre ells, i amb altres components fora del sistema, influint en l'entorn i sent influïts per ell. Aquestes relacions no són sempre lineals, el que garanteix que petites interaccions (causes) puguin ocasionar grans canvis (efectes) i viceversa, tenint en compte que hi ha bucles que es produeixen en les interaccions proporcionant retroalimentació entre els components. Els sistemes evolucionen en el temps, i per garantir una supervivència evolutiva existeixen mecanismes d'autoregulació que es manifesten a través del flux constant d'intercanvi d'energia, matèria i informació amb l'entorn.

Així doncs, per als objectius d'aquest treball i a partir de la literatura revisada es defineixen tres nivells escalars: el nivell meso, el nivell micro i el nivell macro.

El nivell meso és el nivell de referència i consisteix en una aproximació local de l'estat o del comportament del fenomen en qüestió. S'hi comprenen les relacions bidireccionals entre dues o més estructures (els microsistemes) que fan emergir noves situacions o xarxes de relacions (Bronfenbrenner, 1994).

El nivell micro, fa referència als components estructurants del sistema que intervenen en un determinat moment i que en relacionar-se entre ells n'ergeix el comportament del sistema. Segons Bronfenbrenner (1994) el nivell micro comprèn les estructures amb les quals un individu hi té contacte directe a través de relacions bidireccionals (Bronfenbrenner, 1994).

El nivell macro fa referència a tot allò que queda fora del nivell de referència, incloent tant l'entorn com altres sistemes, també anomenats exosistemes. Comprèn el sistema social així com tot l'arc de patrons de valors, creences, estils de vida, costums i recursos de la cultura o del context. En general es considera que en aquest nivell les relacions són bidireccionals i poden anar del macrosistema a la resta de sistemes i viceversa, afectant tant els sistemes de referència (nivell meso) com les seves estructures (nivell micro). Es manifesta en forma de patrons sistemàtics d'organització suportats en els components estructurants del sistema de referència.

La primera característica del pensament sistèmic dóna lloc a la primera dimensió que es defineix com:

La dimensió **Nivell Escalar** s'ocupa dels **nivells escalars micro, meso i macro** que intervenen en un fenomen o en una interacció, i el **nombre de components** que hi intervé, en cada nivell.

En la seva versió més simple trobem interaccions on intervien dos nivells escalars i un component en cada nivell. En la seva versió més complexa trobem interaccions escalars de tres nivells amb múltiples components en els nivells.

### II.3.3.2. La relació del sistema amb el seu entorn

En sistema és un patró organitzatiu de regularitats que li donen identitat dins d'un context (Sterling, 2004), posant en valor les interaccions que es donen entre les entitats que el conformen, i assumint que les seves propietats no es poden deduir directament de les de les entitats que el conformen i que per tant el tot és més que la suma de les parts (Morin, 2001a).

Per a Bronfenbrenner les relacions bidireccionals només es produeixen en el nivell micro. Incorporar la perspectiva complexa a la definició de sistema implica, entre altres coses, que la bidireccionalitat de les relacions es pot donar a tots els nivells: el sistema i l'entorn intercanvien fluxos d'informació i es modifiquen mútuament (Bertalanffy, 1986; Gell-Mann, 1995):

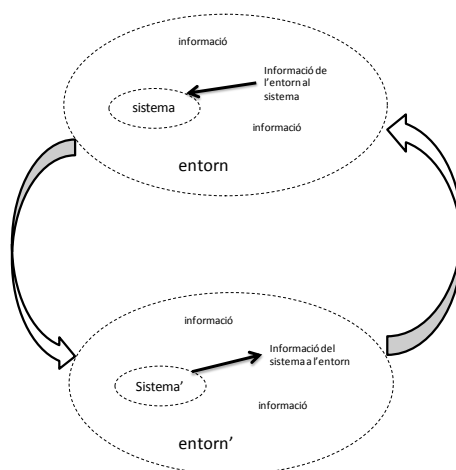


Figura 9: El sistema i l'entorn es relacionen retroactivament. Adaptació a partir de Gell-Mann, 1995

Així doncs en aquesta dimensió assumim l'existència d'aquestes interaccions entre el sistema i l'entorn que es poden no donar, donar de forma unidireccional i/o bidireccional, en funció de la complexitat d'aquestes.

La segona característica del pensament sistèmic dóna lloc a la segona dimensió que es defineix com::

La dimensió **Obertura del Sistema** s'ocupa específicament de la relació entre els límits del **sistema** i l'**entorn** .

En la seva versió més simple el sistema és tancat, és a dir, està aïllat de l'entorn i no hi interacciona. En la seva versió més complexa el sistema és obert i intercanvia fluxos de matèria, energia i informació amb l'entorn modificant-lo, i a la vegada l'entorn el modifica recíprocament.

### II.3.3.3. Les interaccions entre els components del sistema i amb d'altres sistemes

Una de les característiques del pensament sistèmic és el raonament causal. El paper de les interaccions que tenen lloc entre els components d'un sistema per emergir en un patró global de comportament és d'importància a l'hora de comprendre els sistemes des de la perspectiva complexa. En els apartats anteriors ho hem descrit extensament i per això aquesta és una dimensió que ha de ser utilitzada per definir el pensament sistèmic.

En els treballs de Grotzer sobre l'exploració de la causalitat en el context dels ecosistemes (Grotzer & Basca, 2003), s'hi defineixen sis tipus d'interaccions, que s'han definit en l'apartat II.3.2.2.a: interacció linear simple, interacció linear múltiple, interacció dòmino, interacció cíclica, interacció retroactiva i interacció recursiva. Aquesta caracterització serveix de base per identificar els tipus de patrons causals més significatius per a l'alumnat. Durant el procés d'anàlisi sorgeixen nous patrons com a variacions dels proposats per l'autora que ajuden a enriquir el ventall de formes d'interpretar les interaccions que es donen en el context dels fenòmens socioambientals.

La tercera característica del pensament sistèmic dóna lloc a la tercera dimensió que es defineix com:

La dimensió **Patró d'Interacció** s'ocupa de caracteritzar les interaccions causals que s'esdevenen entre els components del sistema, entre els components del sistema i el sistema o entre el sistema amb altres sistemes, en les seves diverses formes.

En la seva versió més senzilla trobem la manca d'interacció o les interaccions causals linears, i en la seva versió més complexa les interaccions que es produeixen segueixen patrons cíclics amb bucles retroactius.

### II.3.3.4. El tipus d'agents que participen en les interaccions

Si bé la majoria de components que intervenen en les interaccions que es donen en els sistemes poden respondre a diferents característiques, la tendència a percebre agents centralitzadors en fenòmens caracteritzats per agents relacionats en xarxa o amb bucles és majoritària, i ha estat descrita abastament com un dels patrons a l'hora de percebre els sistemes.

Aquesta característica també fa referència a una de les dimensions del raonament causal descrites per Grotzer (2003, Perkins & Grotzer, 2005), en concret la que fa referència al tipus d'agents causants d'un fenomen:

*“Agency involves attributing the cause of an event to the action of some person, animal, or thing, for instance, a ball rolls across the floor as the result of a child kicking it.” (Grotzer, 2003, p. 4)*

La quarta característica del pensament sistèmic dóna lloc a la quarta dimensió que es defineix com::

La dimensió **Flux d'Agents** s'ocupa de caracteritzar la naturalesa de l'agent causant d'un fenomen o d'una interacció.

En la seva versió més senzilla els agents dispersos no interaccionen entre ells, mentre que en la versió més complexa els agents emergeixen en el nivell macro a partir de les interaccions produïdes al nivell micro.

### II.3.3.5. La incorporació de la incertesa en les conseqüències de les accions

Un dels altres aspectes clau que implica la perspectiva complexa de veure els sistemes és l'acceptació de la incertesa i impredictibilitat d'alguns aspectes, o dit d'una altra manera, l'acceptació del no control.

Els estudis sobre indeterminació, atzar i predictibilitat d'efectes són extensos i deriven cap a qüestions de probabilística i termodinàmica. No és objecte d'aquest treball aprofundir en aquest aspecte però sí que és important definir alguns conceptes que han servit per definir aquesta dimensió i les categories que la formen.

Així, per a definir les categories d'aquesta dimensió és clau la idea d'indeterminació proposada per Prigogine en els seus estudis sobre complexitat i termodinàmica (Prigogine, 2002). Així entenem la indeterminació com una idea oposada al determinisme clàssic en què s'afirma que, conegudes les condicions inicials podem predir amb exactitud com evolucionarà un sistema i quin serà el seu estat final. Prigogine argumenta que això és pràcticament impossible de dur a terme ja que la naturalesa del món on vivim està sotmesa al pas del temps i per tant els sistemes evolucionen cap a formes diferents, que no podem conèixer en la seva totalitat. A partir d'aquí determinar quina d'aquestes possibilitats es materialitzarà és una qüestió de probabilitats i per tant això indica que no hi ha certeses sobre el futur.

La cinquena característica del pensament sistèmic dóna lloc a la cinquena dimensió que es defineix com:

La dimensió **Probabilitat** s'ocupa de la predictibilitat dels efectes, i de la incorporació o no de la incertesa en predir efectes i conseqüències de les accions en el medi.

En la seva versió més senzilla les prediccions són de caràcter determinista on els efectes es poden conèixer inequívocament conegudes les condicions inicials. Mentre que en la seva versió més complexa, la predictibilitat està sotmesa a l'atzar i la indeterminació i s'assumeix per tant la incapacitat de predir els efectes tot i conèixer les condicions inicials.

En resum, el pensament sistèmic es presenta com la competència de construir coneixement sobre el món a partir d'interpretar els fenòmens des de la complexitat, reconeixent la diversitat d'interaccions que es produeixen entre els components dels sistemes i l'entorn, esdevenint en l'emergència de patrons de comportament global sotmesos a la incertesa en la predictibilitat dels efectes que poden produir-se a causa de canvis en els diferents nivells. Si bé construir coneixement sobre el món des del pensament sistèmic aporta oportunitats també implica assumir riscos i per tant assumir el repte de traslladar aquests plantejaments als processos d'ensenyament i aprenentatge.

## II.4. Una forma d'ensenyar i aprendre

Endegar un procés d'ambientalització curricular implica, sobretot un procés de canvi i transformació.

En aquest últim bloc es caracteritza una ciència escolar que, des del marc de l'ambientalització curricular, afronta aquest repte assumint els principis i teories de la complexitat, i en concret es discuteixen les oportunitats i les dificultats d'incorporar del pensament sistèmic en el currículum escolar com a part del procés d'ambientalització curricular.

### II.4.1. Els processos d'ensenyament i aprenentatge l'ambientalització curricular

El procés d'ambientalització curricular implica submergir-se en un procés de transformació a diferents nivells (Sanmartí & Pujol, 2002): al nivell d'estructura centrant-se en la gestió, organització i política dels centres educatius, al nivell de participació ciutadana i de la relació entre les persones o amb altres ens externs a l'escola, o al nivell curricular, on l'èmfasi se situa en els processos d'ensenyament i aprenentatge que siguin coherents amb els plantejaments de l'ambientalització curricular. Aquesta recerca se situa en la tercera perspectiva, la d'ambientalització dels processos d'ensenyament i aprenentatge i en concret en l'ambientalització de les matèries curriculars. Pujol i Bonil (2004) es refereixen a ambientalitzar una matèria com un procés que ha de considerar alhora la relació entre els individus i la d'aquests amb el medi, i implica, així mateix, la transformació cap a un model de pensament que ha d'ajudar a construir aquesta forma de relació des d'un enfocament curricular transformador. Implica per tant una concepció del currículum que entén que construir models sobre les problemàtiques ambientals difícilment es pot fer amb els models que ofereix una sola disciplina, però que aquests són necessaris per poder-les comprendre i actuar-hi.

Des d'aquesta perspectiva es proposa contribuir al procés d'ambientalització curricular a partir de l'ambientalització de la matèria de ciències. Aquesta proposta es concreta d'una banda en els fenòmens socioambientals com a eix vertebrador del currículum d'aquesta matèria, i de l'altra en una caracterització de la ciència escolar que assumeix els principis i les teories de la complexitat coherents amb els plantejaments de l'ambientalització curricular.

El concepte de fenomen socioambiental es construeix partint de la base que des del moment en què el medi ambient tal i com es coneix actualment està socialment construït i els fenòmens que hi ocorren tenen una naturalesa que requereix una visió social i ambiental per comprendre'ls, els fenòmens socials i els fenòmens ambientals es confonen com a parts indissociables d'un tot al qual pertanyen, i per això es parla de fenòmens 'socioambientals' (Calvo, 1997; Mayor Zaragoza, 2009). Els conflictes ambientals esdevenen ambientals i socials, causats per les pràctiques i les estructures socials, i justificats pels valors actuals de la societat, i per tant les alternatives per gestionar aquestes conflictes han d'abordar i canviar les condicions socials que els donen origen i els valors que les sustenten (Hodson, 2003).

Per tant, els fenòmens socioambientals són rellevants en el context actual i contribuirien al procés d'ambientalització curricular ja que per poder abordar aquests fenòmens cal un coneixement interdisciplinari, que connecta diferents nivells escalars i posa en valor la diversitat de perspectives



davant un fenomen, tot això contribuint a capacitar l'alumnat per a participar activament en la seva gestió i intervenir de forma reflexiva en la societat (García, 2003; Ibarra & Gil, 2009), totes elles competències necessàries per abordar la comprensió i gestió dels conflictes ambientals i de les situacions marcades per la complexitat (Jakobsson et al., 2009; Sheehy et al., 2000; Sweeny & Sterman, 2007; Wylie et al., 1998).

Assumint aquestes característiques, la incorporació de les qüestions socioambientals al currículum requereix un plantejament curricular no disciplinar que els consideri com a eixos organitzatius del currículum de la matèria de ciències (García, 2004; Rivarosa & Perales, 2006). Això passaria per repensar els possibles models d'integració d'eixos transversals al currículum. Des d'aquesta recerca es proposa fusionar els fenòmens ambientals en el currículum de ciències esdevenint-ne el seu eix vertebrador, en la línia de la proposta de Pujol (2003) que defineix aquesta integració com el model infusió. Aquest model permetria abordar els fenòmens socioambientals des de la ciència escolar però amb una perspectiva oberta al diàleg amb d'altres disciplines afavorint en l'alumnat la possibilitat de crear noves maneres de pensar, sentir i actuar.

La incorporació de qüestions socialment significatives o controvèrsies al currículum de ciències contribuiria a formar una ciutadania capaç de prendre posicionament en les qüestions socials, comprendre i fer comprendre els propis posicionaments, actituds i valors, tenint en compte la necessària relació de complementarietat no hegemònica entre les diverses disciplines científiques per abordar qüestions ambientals (Foundation, 2011). Per això es parteix del fet que tot i que els fenòmens socioambientals són basats en aspectes científics, no poden ser solucionats només utilitzant el coneixement científic, ja que per a comprendre'ls es requereix d'un coneixement pertinent que sigui capaç de reconèixer la multidimensionalitat de les entitats que els formen (Eggert & Bögeholz, 2010).

Per això, acceptar que des de la classe de ciències es pot contribuir a l'ambientalització curricular implica entendre una activitat científica escolar que sigui capaç d'incloure un pensament integrador de disciplines que orienta les accions en el medi com a estratègies en el marc de l'ètica de la responsabilitat. Això es pot aconseguir quan l'ensenyament de les ciències transcendeix els esquemes del positivisme tradicional o va més enllà del desenvolupament d'habilitats cognitives, i aquest s'obre a una perspectiva més àmplia i permet la incorporació d'altres corrents contemporànies que poden enriquir i renovar les formes d'ensenyar i aprendre ciències:

“La formación contemporánea en ciencias implica también el desarrollo de una capacidad de trabajar en equipos interdisciplinarios en torno a cuestiones socioecológicas, que conciernen a la vez a las dinámicas sociales y a las de los sistemas de vida. El desafío es entonces el de formar científicos capaces de flexibilidad y la humildad, de cooperación, de apertura hacia otros enfoques y atentos a integrar los saberes entre ellos para construir una significación global de las realidades estudiadas.” (Sauvé, 2010, p. 11)

Per tant, el currículum de ciència escolar que contribueix a l'ambientalització curricular mitjançant els fenòmens socioambientals com a eixos vertebradors passa per repensar el model de ciència escolar a partir del qual es configurarà aquest currículum i això té efectes en la manera d'ensenyar ciències, en les activitats d'aula, en els continguts que es consideren rellevants ensenyar, en els models científics que han de ser utilitzats en el procés d'ensenyament i aprenentatge de les ciències, i en quina es cregui que

és la finalitat de l'ensenyament de les ciències. Aquestes decisions parteixen de la visió que es tingui de la ciència escolar. Sanmartí (2002) proposa tres tipus visions de la ciència escolar. Per alguns la finalitat de l'ensenyament de les ciències a l'escola és la seva transmissió cultural o alfabetització científica entenent la cultura científica com el conjunt de models i teories de què es disposa actualment per respondre a les preguntes sobre els fets i fenòmens del món. Per a d'altres la ciència és entesa com una forma de raonar, actuar i valorar i el que s'ensenyava i s'aprèn en aquest cas són els aspectes procedimentals que caracteritzen l'activitat científica. Finalment una tercera visió comprèn la ciència com un coneixement aplicat o en acció que permet entendre el món, fer prediccions i transformar maneres de fer. Des d'aquesta perspectiva la ciència escolar connecta amb els problemes quotidians i serveix perquè els individus siguin més autònoms en la presa de decisions i capaços de participar democràticament en la resolució dels conflictes en la societat.

Des d'aquesta recerca s'assumeix que les tres visions no són mútuament excloents i que es complementen entre elles, tot i això els plantejaments fets des de la tercera visió són els que més s'ajusten als plantejaments proposats des d'aquesta investigació i per a això prenen rellevància les aportacions de Bencze (Bencze & Carter, 2011) per a qui els reptes actuals de la ciència escolar van més enllà de l'adquisició de coneixements científics i tenen a veure amb encoratjar i capacitar l'alumnat per prendre decisions per gestionar les qüestions socio-científiques amb l'objectiu principal de garantir el benestar dels individus, les societats i el medi a partir d'una ciutadania activa.

Per això la ciència escolar i per tant els models de la ciència escolar han de ser coherent amb els plantejaments de la ciència actual, és a dir, ha de tenir en compte la naturalesa complexa dels fenòmens, de manera que no poden ser els mateixos que els derivats, exclusivament, de la ciència clàssica. En aquest escenari es fa palesa la necessitat d'una ciència escolar que, sense oblidar els principis de la ciència més clàssica pugui incorporar la visió d'una ciència que tingui per finalitat capacitar la ciutadania per a pensar, comunicar, sentir i actuar davant dels reptes que es presenten en el context actual (Izquierdo, Espinet, Bonil, & Pujol, 2004). Afrontar l'ensenyament de les ciències des de la perspectiva de complexitat implica fer-ho d'una manera determinada, des d'un marc teòric -fonamentalment la teoria de sistemes- que ha construït les seves pròpies preguntes, llenguatge, experiències, analogies, models, valors, etc, per representar-la (Sanmartí, 2002). Aquesta educació científica que assumeix la complexitat i accepta el repte d'una nova forma de pensar és també una educació orientada a l'acció, és a dir, una educació que pretén desenvolupar habilitats com ara el pensament crític, la reflexió i la participació amb la finalitat d'incidir de forma conscient en la presa de decisions individuals i col·lectives.

Coincidint amb Izquierdo et al. (Izquierdo et al., 2004) s'anomenen els plantejament de la ciència escolar complexa:

“La ciencia escolar se plantea capacitar a los ciudadanos para pensar, hablar, sentir, y actuar frente a los retos que presenta nuestro tiempo. Hacer ciencia en la escuela se constituye así como una actividad en el marco de un sistema social complejo cuya finalidad consiste en la construcción significativa de nuevas maneras de pensar, hablar, sentir y actuar que permiten explicar y transformar el mundo que nos rodea. (p.23)”

Aquesta proposta passa per un model socio-constructivista de l'educació i una gestió horitzontal de les relacions educatives. És una ciència escolar que contextualitza els fenòmens tant en les dimensions local-global, com en l'esfera individual i la col·lectiva. Sense deixar de pensar en el context temporal orientat a escenaris futurs alternatius, que es poden construir a partir del diàleg entre la raó i l'emoció, la creativitat i els valors.

D'aquesta manera, la perspectiva de la complexitat obliga a plantejar nous temes, fets i models científics a la classe de ciències. Això implica plantejar els fenòmens d'estudi com a sistemes complexos, introduir noves formes de llenguatge que permeti expressar-se a l'alumnat en aquesta perspectiva, donar èmfasi al paper de l'acció en el medi i recuperar el paper de les emocions com a element central en el procés de construcció de coneixement científic (Bonil & Pujol, 2005). D'assumir aquest plantejament se'n deriven les característiques de la ciència escolar complexa:

Plantejar els fenòmens com a **sistemes complexos** implica passar dels temes als fenòmens, donant rellevància no només a les entitats sinó també a les relacions, parlar de processos i no només d'estats. A més, inclou una dimensió hologramàtica on entren en constant interacció les diferents escales des de les quals es poden observar un fenomen i la indissociable relació que hi ha entre elles.

Abordar la construcció de la representació d'un fenomen utilitzant diverses disciplines mitjançant el **diàleg disciplinar** (Calafell, 2010) resulta enriquidor: entendre els fenòmens com a espais de diàleg entre diverses disciplines des d'una perspectiva no reduccionista, en la que la relació disciplinar no és jeràrquica possibilita un procés continu de diàleg entre punts de vista. Aquesta aproximació permet reflexionar abans d'actuar, de prendre una decisió o d'emetre un judici (Dufour, 2006), permet en l'alumnat construir una visió global del món i ser conscients de la seva complexitat. La naturalesa dels fenòmens susceptibles de ser treballats a la classe de ciències, com per exemple el canvi climàtic, l'evolució de les espècies o les teràpies gèniques posen de manifest la necessitat de ser abordats des de diferents disciplines, aprofitant l'especificitat de cadascuna de forma col·laborativa:

“Cada disciplina relaciona los hechos que analiza con modelos específicos. Seguramente la ciencia escolar actual debería posibilitar, en muchos casos, analizar los problemas desde una perspectiva multidisciplinar, similar a los grupos de investigación multidisciplinarios que se organizan para afrontar el análisis de los problemas actuales.” (Sanmartí, 2002, p.92)

**Les preguntes** actuen com a focus cap a una disciplina concreta (Márquez, Roca, Gómez, Sardà, & Pujol, 2004), dotant d'un context específic la pregunta, evitant així el relativisme, i alhora possibilitar que mitjançant les preguntes, els processos d'ensenyament i aprenentatge es constitueixin en viatges continus entre el global i l'essencial, el transdisciplinar i el disciplinar.

L'activitat d'ensenyar i aprendre ciències no es desvincula de la manera en la que es duen a terme **les accions** en el medi. Això és, utilitzar els models científics treballats a l'aula com a referència a l'hora de prendre decisions i fonamentar-les. Així, les propostes d'acció ciutadana que es puguin generar a l'aula, passen a ser un dels múltiples factors que una comunitat ha de considerar davant d'una presa de decisions. És un procés creatiu en el qual l'elaboració de propostes pren més rellevància que el resultat final a què, posteriorment, es pugui arribar en d'altres àmbits (Bonil & Pujol, 2005).

Rares vegades s'associen **les emocions** a l'activitat científica, si bé les que s'hi relacionen poc tenen a veure amb la creativitat, la imaginació, l'estètica o la intuïció (Mayer, 2001). En general la ciència és percebuda com una activitat sotmesa a regles rígides i encotillades, que poc tenen a veure amb la creativitat o l'emoció. És un fet que en l'activitat científica les regles i les lleis hi tenen un paper fonamental, però actualment són lleis que parlen d'establir vincles, de definir límits o tendències, i per tant poden ser utilitzades, precisament, per estimular la creativitat a l'hora de plantejar-se quins fenòmens es poden estudiar, quines preguntes es poden fer o fins a on es pot intentar conèixer. Així doncs, en parlar d'una ciència escolar que té en compte les emocions en el procés de construcció del coneixement es fa referència a la capacitat d'imaginar allò que no es veu, per exemple en fer-se preguntes sobre com funciona un organisme a nivell cel·lular, o bé estimular la imaginació a l'hora de plantejar possibles solucions a un problema.

Així doncs, assumir aquesta visió de la ciència escolar comporta entendre el procés d'aprendre i ensenyar ciències no com la transmissió d'un conjunt d'informacions per aprendre sobre els fenòmens del món, sinó com la construcció d'un coneixement a partir del qual es configura una manera de mirar el món i situar-s'hi, amb la finalitat d'actuar-hi i transformar-lo a nivell social (Pujol & Espinet, 2004). Entenent la classe de ciències com una oportunitat d'apropar l'alumnat a interpretacions sobre els fenòmens del món i de reflexionar sobre les pròpies accions la ciència es converteix en una eina per saber sobre el medi però també per saber actuar en el medi (Bonil & Calafell, 2006). Així, la ciència esdevé una eina que capacita l'alumnat per poder intervenir en l'entorn com a membres d'una ciutadania, garantia de democràcia dins i fora de l'aula.

En resum, els plantejaments dels processos d'ensenyament i aprenentatge de les ciències en el marc de l'ambientalització curricular es concreten en el model de ciència escolar complexa, que posa èmfasi en ensenyar i aprendre els fenòmens com a conjunt de sistemes oberts i dinàmics, que es planteja preguntes més enllà de buscar respostes, que situa el plantejament de les accions en el medi com una finalitat educativa en sí mateixa, i que integra les emocions i la diversitat de llenguatges per afavorir la creativitat i la implicació de l'alumnat en el procés d'aprenentatge. Aquesta proposta és coherent amb una forma d'interpretar el món a partir dels sistemes i una forma de construir coneixement sobre el món a partir del pensament sistèmic, i planteja alguns reptes en la seva aplicació que es discuteixen en el següent apartat.

## **II.4.2. Els reptes d'incorporar el pensament sistèmic l'ambientalització curricular**

Per a Lesh (2006) la importància d'investigar els fenòmens des de la perspectiva del pensament sistèmic rau en el fet que, per poder entendre el caràcter emergent dels sistemes cal entendre els sistemes com un tot que és més que la suma de les seves parts. Per tant, si les investigacions sobre els sistemes poden ajudar a clarificar què s'entén per propietats emergents, aleshores la significativitat d'aquestes investigacions s'estendria a d'altres disciplines i es podria aplicar a d'altres situacions. I per tant ajudaria a formar ciutadans i ciutadanes amb capacitat de prendre decisions per intervenir en la societat on viuen.

Les dificultats en la caracterització del tipus de components que intervenen en una interacció, com ara esperar estructures centralitzades en lloc de descentralitzades, no reconèixer el fenomen de l'emergència, la tendència a focalitzar-se en patrons d'interacció lineals o locals, o la dificultat de relacionar diferents nivells en les explicacions, són alguns dels obstacles més comuns a l'hora d'aprendre a pensar sistèmicament. Es desenvolupen a continuació.

### **II.4.2.1. Els fenòmens complexos es presenten com a simples**

Part de la dificultat dels alumnes en entendre els sistemes complexos podria estar relacionada en la manera en com se'ls presenten. Les recerques se centren en la influència dels materials didàctics o estratègies didàctiques que tradicionalment s'han utilitzat per parlar de sistemes. En aquest cas, diversitat d'autors (García, 2003; Hmelo-Silver et al., 2000; Ibarra & Gil, 2009; Jörg, 2009; Liu & Hmelo-Silver, 2009) coincideixen a afirmar que els sistemes tradicionalment s'han ensenyat per parts i això dificulta la comprensió posterior dels alumnes del sistema com un tot complex.

Sovint, es presenten els sistemes complexos de manera sobre simplificada, estàtica i reduccionista, posant l'èmfasi en fer entendre conceptes aïllats sense explicar les interrelacions que hi ha entre els diferents nivells del sistema (Hmelo-Silver et al., 2000). En aquest sentit Aleixandre (2003) destaca la importància de fer una transposició didàctica adequada, per evitar de caure en l'error de convertir la transposició en la descomposició d'un camp en fragments: conceptes i procediments que s'ensenyarien per separat sense posar de manifest les seves relacions. Per exemple, quan s'ensenyava l'estructura de l'atmosfera, la composició de l'aire o el tipus de reaccions que es produeixen en la combustió d'algunes substàncies sense posar de manifest que tot això té a veure amb la qualitat ambiental de l'atmosfera.

Tradicionalment s'han presentat els sistemes a partir de la definició de les seves parts, explicant que aquestes estan relacionades, donant lloc als processos de funcionament del sistema, tot això sense treballar el propi concepte d'interacció o utilitzar idees com les xarxes o els nivells organitzacionals (García, 2003). Així, en general els processos d'ensenyament dels sistemes s'han basat en l'aprenentatge de les seves parts estructurants donant poc èmfasi en les interaccions o d'altres característiques més pròpies de la perspectiva complexa. Ibarra (Ibarra & Gil, 2009) explica en concret que fins i tot en els llibres de text actuals els sistemes es presenten a partir de les concepcions més aviat mecanicistes dels anys setanta.

En la mateixa línia Goldstone (2006) es posiciona afirmant que aprendre des de la perspectiva complexa no és només aprendre continguts, sinó la capacitat de transferir aquests coneixements a altres dimensions de la vida, ja que aquesta perspectiva fuig de la clàssica especialització i fragmentació en la que tradicionalment s'han ensenyat els sistemes. En aquest sentit Jiménez-Aleixandre (2003a) remarca la freqüència amb la que s'associa ensenyar algun concepte complex a un procés de destriar allò que és més complex i abstracte, apartar-ho i ensenyar en canvi, aquells aspectes que se sap que funcionen bé. Aquesta actitud porta implícita la creença que els fenòmens del món real són massa complexos per ser ensenyats i/o per ser apresos per part de l'alumnat.

Aquestes formes de presentar els sistemes ajuden a enfortir en els alumnes unes concepcions prèvies i uns esquemes que després són difícils de trencar, de manera que és molt probable que l'alumnat acabi coneixent les parts del sistema però no com funciona (Hmelo-Silver & Azevedo, 2006).

Amb relació a la fortalesa d'aquestes idees prèvies, existeix consens en hi ha algunes concepcions que són especialment difícils de canviar (Chi, 2005), i aquestes es manifesten sobretot quan davant d'un sistema complex els alumnes tendeixen a explicar-lo seguint regles o explicacions simples (Lesh, 2006).

Segons Jörg (2009) la qüestió de les idees prèvies es relaciona amb la visibilitat de la complexitat per part de l'alumnat. Des del seu punt de vista, els alumnes són capaços de descriure, però no d'explicar, ni la realitat ni les emergències derivades del procés d'ensenyament-aprenentatge a partir de les interaccions que tenen lloc entre els diferents components dels sistemes. Per això, els alumnes assumeixen la complexitat sense més, però no la distingeixen. Aquesta incapacitat, segons Jörg és a causa de la manera com s'expliquen els fenòmens complexos a l'aula, afirmant que si es presentessin de forma complexa serà més fàcil per ells aprendre a veure'ls complexament.

Per a Chi les idees prèvies dels alumnes sobre l'emergència són resistents perquè interpreten els fenòmens emergents com a processos directes, sense “veure” l'emergència (Chi, 2005). Llavors és més complicat fer aflorar les idees prèvies sobre el tema. Chi argumenta que és més fàcil comprendre processos directes, com ara la circulació de la sang en el cos humà, que processos emergents com ara la difusió de colorant en un medi líquid, precisament a causa de la resistència de les idees prèvies, i se centra en analitzar la facilitat o dificultat de canviar aquestes idees prèvies en funció del fenomen presentat. En el cas de la circulació de la sang (procés directe), les idees prèvies dels alumnes canvien després de llegir un text i les explicacions que donen són més properes al model científic. En el cas de la dispersió (procés emergent) no és així. Les idees prèvies es mantenen després d'haver llegit el text, són, per tant, més resistents:

“The students rely on their commonsense understanding of direct processes to interpret emergent ones. Learning emergent kind of processes would cause misconceptions if students try to assimilate and interpret them as a kind of direct processes. This may explain the persistence of misconceptions. However, learning direct kind of processes should be less problematic, as seems to be true in the case of the circulatory system.”(Chi, 2005, pp. 185–186)

Així, tot i treballar una activitat específicament dirigida a promoure la comprensió dels processos emergents, l'alumnat interpreta aquest fenomen a partir de les idees o intuïcions que utilitzaria en el cas dels processos directes.

#### **II.4.2.2. Percebre els diferents nivells**

Entendre els sistemes des de la perspectiva complexa implica pensar en multitud de nivells interdependents (E. S. Johnson, 2008), causalitat no lineal i emergència, entre d'altres aspectes. Aquestes característiques fan que els sistemes complexos siguin difícils d'entendre. A més, d'altres estudis (Assaraf & Orion, 2005, 2010b; Jacobson & Wilensky, 2006) expliquen que les dificultats en l'aprenentatge de sistemes es concentren en la dificultat de visibilitzar els diferents nivells i establir connexions entre aquests. Concretament, l'alumnat tendeix a ignorar que des de la perspectiva complexa un canvi en un dels components del sistema pot tenir efectes en el comportament global d'aquest (Liu & Hmelo-Silver, 2009).

En general una de les mancances per comprendre els sistemes és la dificultat d'entendre que hi ha propietats que poden manifestar-se en els diversos nivells micro i macro. D'altra banda, sembla

impossible entendre els sistemes en els seus diversos nivells sense comprendre el funcionament general del sistema (Assaraf & Orion, 2005) i per això cal haver acceptat la coexistència de diversos nivells.

Una de les dificultats que s'han apuntat pel que fa al pensament complex és la relacionada en distingir els diferents nivells a on s'esdevenen interaccions en un sistema. Aquestes interaccions es poden produir al nivell micro, és a dir, entre els components del sistema, o a nivell macro, és a dir, entre els components i el sistema o entre el sistema i el seu entorn. Les recerques fetes en el camp de l'emergència (White, 1997; Wilensky & Resnick, 1999) posen de manifest les dificultats en el raonament tant a diferents nivells com entre els diferents nivells a on es desenvolupen els processos.

Quan es parla de processos emergents és especialment important distingir entre aquests nivells, ja que el nivell en què l'atenció se centra afecta la percepció del fenomen (Penner, 2000). En el cas de l'onada dels espectadors en el camp de futbol, en considerar l'onada a nivell micro tot el que es veu són persones dretes i assegudes. Mentre que si s'observa l'onada des d'una perspectiva més àmplia des de fora del sistema, és quan es veu el fenomen a nivell macro i percebem l'onada.

D'altra banda és important destacar que a la percepció dels nivells hi ha lligada la idea de com un canvi en un nivell pot afectar els altres, una de les característiques que distingeixen aquest tipus de processos. La majoria d'estudiants si bé perceben els nivells no perceben relació entre ells: un canvi en la població de predadors no tindrà influència en la població de preses (Grotzer & Basca, 2003).

Una de les conseqüències de la manca d'habilitat per coordinar explicacions a diferents nivells és la no visibilitat dels efectes que poden tenir en el patró global canvis en els components del sistema. Reconèixer que les interaccions en el nivell micro afecten el patró al nivell macro és determinant per poder entendre l'emergència (Penner, 2000).

D'entrada els alumnes es resisteixen a acceptar aquesta característica, Grotzer (2003) considera que un dels motius pot ser la confusió a l'hora de definir els nivells i especialment a l'hora de definir un component en els diferents nivells. És el que Morin anomena el principi hologramàtic (2001b) on l'escala des d'on s'observa el fenomen determina la naturalesa de l'objecte observat. Així, en el sistema 'embús de trànsit' els cotxes són els components del sistema, mentre que en el sistema 'vies urbanes de l'àrea metropolitana', és l'embús que actuaria com a component.

És interessant fixar-se en les explicacions que l'alumnat dona a aquests processos, fins i tot quan són capaços de distingir entre les relacions entre aquests nivells: la majoria atribueix la causa al nivell macro i els efectes al nivell micro, la qual cosa és contrària als processos emergents en els quals les propietats del nivell superior es deriven de les interaccions en un nivell inferior i no a la inversa (Penner, 2000).

Així, el caràcter de les explicacions que l'alumnat dona a aquests processos, si es té en compte només en el contingut podria semblar que entenen el procés emergent però més aviat estan basades en no trobar la causa o en l'experiència pròpia. Segons Penner això és degut a la manca d'identificació d'un mecanisme causal primari i els alumnes el que fan és proporcionar descripcions del fenomen. En aquest sentit coincideixen Ibarra i Gil (2009) en el seu estudi sobre l'evolució dels ecosistemes. En analitzar les causes donades pels alumnes per explicar els canvis que pateix un ecosistema es troben que no hi ha veritables explicacions d'aquests canvis amb arguments basats en evidències, sinó que

proporcionen llargues descripcions farcides de paraules relatives a l'ecologia però fonamentades en raons vitalistes o antropomòrfiques.

Finalment, una altra component interessant d'aquesta relació entre els nivells és la no influència de la intencionalitat al nivell macro. És a dir, els individus o els components al nivell micro es regulen per unes normes simples que segueixen amb una determinada intenció, però no poden controlar el patró global del sistema que s'esdevindrà (Resnick, 2001) de resultes de les seves accions. En definitiva, accions al nivell micro poden tenir efectes no volguts, no desitjats, no intencionats al nivell macro. Fet que posa de relleu una altra característica dels processos emergents: la no possibilitat de predir els efectes en el nivell macro a partir dels canvis en el nivell micro.

### **II.4.2.3. Identificar les interaccions més enllà de les parts**

La construcció de la idea d'interacció és essencial per comprendre els sistemes des de la perspectiva complexa (García, 1995) i es revela com un dels obstacles més habituals en la transició del pensament simple al pensament complex. Així, els alumnes manifesten certa facilitat a l'hora d'identificar les parts del sistema que formen la seva estructura principal, però a l'hora de fer un pas més i avançar cap a les interaccions que es produeixen entre aquestes a diferents nivells espacials i temporals s'observen evidents dificultats (Sweeny & Sterman, 2000). De manera que la noció de sistema que l'alumnat es construeix s'assembla més a la d'un conjunt de conceptes teòrics sense cap relació entre ells (Assaraf & Orion, 2005), sense poder identificar ni els processos ni les funcions del sistema, que servirien com a principi organitzatiu d'aquest coneixement (Hmelo-Silver, Marathe, & Liu, 2007).

En una de les recerques fetes per Hmelo-Silver i el seu equip (Hmelo-Silver et al., 2000) l'alumnat havia de fer dissenys de l'aparell respiratori humà integrant les nocions de sistema treballades. Principalment els estudiants es van focalitzar en els aspectes més estructurals del disseny. La majoria dels models proposats pels alumnes eren estàtics i no tenien com demostrar ni les funcions ni els mecanismes causals involucrats. A més, durant la discussió cap grup es va focalitzar explícitament en la funció o el comportament del sistema. Així doncs, sembla que les estructures del sistema són més fàcils d'identificar que no pas les funcions o els patrons de comportament global del sistema, fet que indicaria un model més elaborat del sistema.

En parlar de les interaccions a diferents nivells i de com aquestes influeixen el comportament global del sistema s'ha descrit l'existència de regles simples que regulen les interaccions que es produeixen en el nivell micro. La importància de percebre aquestes regles simples és un altre dels aspectes a tenir en compte en els processos d'ensenyament i aprenentatge del pensament emergent. Per a Holland (1998) per comprendre l'emergència cal centrar-se en les interaccions entre els components del sistema i per tant un bon punt de partida seria fixar-se en els sistemes que sorgeixen a partir de regles simples.

Cal apuntar que, tot i que les regles són necessàries, són insuficients per garantir l'emergència i per determinar com un patró es desenvoluparà. Més aviat, és la interacció entre la forma i les regles la que determina els patrons globals, arribant a reconèixer que les interaccions en el nivell micro condueixen a patrons al nivell macro (Johnson, 2003). Per exemple, el nombre d'individus que participen afecta la percepció de l'estructura a nivell macro. Si només unes poques persones participen en la formació de l'onada, l'efecte no sol ser percebut com una onada, sinó que en aquest cas la percepció a nivell macro



seria la d'algunes persones assegurades i d'altres dretes. És a dir, l'addició o eliminació dels individus pot tenir un gran efecte en la percepció de l'onada.

De la mateixa manera, el moment temporal en el qual es produeix la interacció també afecta la percepció de l'onada. Si les persones s'aixequen o s'asseuen en el moment equivocat, l'onada pot deixar de desenvolupar-se. Per tant cal comprendre que fins i tot petits canvis en el nivell micro poden tenir efectes significatius en el nivell macro.

En aquestes pàgines s'han caracteritzat els processos d'ensenyament i aprenentatge del pensament sistèmic, destacant les tendències de l'alumnat amb relació a les explicacions complexes, el raonament causal i el pensament emergent, posant de relleu aquelles dificultats que recullen les diverses recerques fetes en aquest àmbit.

#### **II.4.2.4. La resistència al pensament emergent**

Entendre i raonar efectivament sobre els sistemes implica comprendre una varietat de patrons causals, per exemple, l'efecte dòmino, patrons cíclics o retroactius. Sense una mínima noció d'aquests patrons, els estudiants tendeixen a imposar un patró lineal simple per organitzar la informació que aprenen sobre els sistemes (Grotzer & Basca, 2003). És en aquest sentit que les autores afirmen que entendre un sistema implica considerar les interaccions causals i les relacions funcionals entre les parts del sistema i amb altres sistemes, i que els sistemes complexos haurien de ser entesos des de múltiples nivells d'organització (Hmelo-Silver et al., 2000).

Les diverses recerques que s'han fet entorn al raonament causal posen de manifest que, tot i haver-hi patrons sistèmics en joc, l'alumnat té tendència al raonament lineal, buscant cadenes simples de causes i efectes (Perkins & Grotzer, 2005). Així, l'alumnat assigna comportaments lineals unidireccionals a processos que impliquen interaccions multinivell que es desenvolupen en l'emergència (Chi, 2005; Grotzer, 2003), utilitzant explicacions simples per descriure interaccions on diversos factors poden incidir en un mateix fet, i obviant la reciprocitat que s'estableix en les relacions que es produeixen entre els components. Les explicacions simples en determinades ocasions poden servir per explicar alguns fenòmens o processos, però les explicacions científiques en general, són complexes (Izquierdo & Aliberas, 2004). Per això, aquesta tendència a una causalitat lineal constitueix un obstacle en la construcció dels conceptes relacionats amb els processos complexos i la perspectiva sistèmica (García, 1995).

L'article de Grotzer (2003) fa una descripció detallada de les principals dificultats que presenten els alumnes per als diferents tipus de patrons d'interaccions causal. En general aquestes dificultats tenen a veure amb la capacitat de detectar efectes indirectes i d'exposar conseqüències inesperades. Així, sense un coneixement previ de com funciona un sistema complex, per exemple, un ecosistema, els alumnes tendeixen a imposar un patró lineal unidireccional d'una causa un efecte.

Quan s'avança en complexitat i es plantegen patrons del tipus dòmino, l'alumnat tendeix a ignorar els efectes indirectes d'aquestes relacions, per exemple, dirien que el canvi en una població no tindrà efectes en altres esglaons de la xarxa tròfica i que un canvi en una població només afectarà una altra població si ambdues estan connectades per una mateixa relació depredador-presa. Pel que fa a patrons cíclics o bucles que involucren retroactivitat, l'alumnat presenta confusió entre el rol de causa o efecte

d'un agent participant en una interacció no lineal: les situacions en què un esdeveniment o una entitat és alhora causa i efecte són conceptualment dificultoses d'entendre. Un exemple d'aquest tipus de relacions causals multidireccionals que inclouen retroalimentació és la relació que s'estableix entre ratolins i mussols en un ecosistema: els ratolins aporten energia per als mussols i alhora els mussols ajuden a controlar la població de ratolins, fet que resulta en un equilibri entre la població de ratolins i la seva font d'aliment. Els alumnes no reconeixen aquest tipus de patrons per sí sols, ja que la majoria els deixen de banda i obliden el caràcter recíproc de les interaccions. Més aviat pensen que el canvi en la mida d'una població de preses (ratolins) no té efectes en la població de depredadors (mussols), i que un canvi en la mida d'una població de consumidors primaris (ratolins) no tindrà efectes en la població de productors (herba).

En apartats anteriors s'ha descrit la tendència a explicar mitjançant patrons linears fenòmens que no ho són. És el que Resnick (1998) anomena la "concepció centralitzadora" (*centralized mindset*) i consisteix en identificar causes úniques com a responsables del comportament global del sistema. Aquesta tendència és un dels esculls més importants a l'hora de comprendre els processos emergents.

En general, quan els estudiants i les persones en general, observen patrons o estructures emergents (el formiguer), s'assumeix que aquests patrons són creats per un líder. És a dir, se suposa que un líder orquestra el patró, per exemple, la "formiga líder", o "o la bicicleta líder" al capdavant de la massa crítica que creua la carretera.

En primer lloc, cal acceptar que no existeix cap mecanisme causal únic o simple per a la formació d'un procés emergent (Resnick, 1996a). Per tant cal acceptar que pot ser que no hi hagi una única força causal fent funcionar el sistema, ni hi ha un líder que coordini les accions del grup, si bé és cert que hi ha una regla simple que els individus segueixen. No obstant això, la norma en si mateixa és insuficient per a la producció del procés, ja que la funció de la norma és imposar el comportament d'un individu determinat, no el del sistema en general.

Una conseqüència d'aquesta resistència al pensament descentralitzat és la no visibilitat de la influència dels canvis que es donen en els nivells inferiors (Penner, 2000). Si els canvis en els components no afecten aquesta força motora del comportament, no hi ha motius per pensar que el sistema estarà afectat pels canvis en els seus components. En el cas de les orenetes que volen, si hi hagués una oreneta líder del grup, semblaria raonable pensar que la disminució d'un petit nombre d'orenetes no tindria conseqüències, l'orenetes líder seguiria guiant el grup. És a dir, els estudiants atribueixen els patrons del nivell macro a causes singulars, de manera que aquests es mantindrien estables sota pertorbacions en els canvis en nivell menors.

Un dels motius que ajudarien a explicar aquesta tendència centralitzadora és, precisament, la falta de familiaritat amb explicacions causals més elaborades i properes al model complex. Les recerques evidencien que les formes més complexes de causalitat no apareixen de forma espontània en les explicacions de l'alumnat (García, 1995).

Això podria ser degut per una banda, a la resistència d'algunes idees prèvies i a la contradicció d'aquestes amb els models proposats, creant un conflicte cognitiu en l'alumnat difícil de resoldre ja que aquest se sent còmode en les seves explicacions habituals (Chi, 2005) i no té la motivació o la sensibilitat suficients per canviar-les. D'altra banda es produeix el fet que les explicacions habituals que

es formulen per a la causalitat més quotidiana estan lluny de mecanismes subjacents, sistemes lluny de l'equilibri, fenòmens altament atzarosos o efectes emergents, de manera que les explicacions més complexes contradirien aquestes explicacions més familiars però de menor complexitat (Perkins & Grotzer, 2005).

A mesura que hom s'allunya dels patrons lineals de complexitat, la proximitat entre les causes i els efectes també creix. És a dir, en una interacció lineal els efectes són directes tant en el temps com en l'espai: deixem anar un objecte i aquest instantàniament cau atret per la força de la gravetat. Però com explicar el retard entre el llamp i el tro, per exemple, els efectes de la pluja àcida en un ecosistema o els beneficis d'una bona alimentació en la nostra salut? I en termes de distància espacial els efectes de la llum solar que permeten la vida o els pols magnètics de la terra que es repelen sense tocar-se? Aquest segon tipus d'explicacions requereixen acceptar que pot haver-hi distància temporal i espacial entre causes i efectes, i per tant té a veure amb la capacitat de pensar en conseqüències a llarg termini o de predir esdeveniments futurs.

Quan els efectes estan separats temporalment i espacial de les seves causes, l'alumnat manifesta dificultats en connectar-los dins d'un mateix esdeveniment (Grotzer & Basca, 2003). I alhora presenta una tendència a establir raonaments partint de la proximitat entre causes i efectes (preferència per les causes locals) que no pas a ampliar horitzons espacials i temporals a la recerca d'altres possibles causes o efectes (Jiménez-Aleixandre, 2003). És el cas del tipus de respostes que es donen a problemes relacionats amb les cadenes alimentàries: determinar l'efecte d'un canvi en la població de depredadors sobre la població de preses resulta relativament senzill, cosa que a la inversa no passa, però si la població de preses no està directament relacionada amb la de depredadors la relació causa-efecte no és normalment identificada.

Aquesta distància entre causes i efectes porta a parlar també de les dimensions amagades (Assaraf & Orion, 2005) o de que el concepte de límit del sistema es fa difús, ja que en aquests fenòmens les causes no són òbvies i per tant es podria parlar d'agents causals amagats que podrien ocultar una relació causal o que contribueixen a processos de maneres no previstes.

Els resultats de les recerques posen de manifest que l'alumnat té més facilitat per inferir causalitat entre dos esdeveniments quan aquests són continus temporalment i espacialment, ja que la continuïtat temporal i espacial els ofereix informació rellevant sobre si existeix una relació causal entre ells (Grotzer, 2003). Tot i això, hi ha per tot arreu fenòmens en què les seves causes i els efectes estan separats i per tant l'alumnat en aquests casos necessita considerar agents que puguin actuar separadament dels efectes que provoquen. Per exemple entendre la descomposició de la matèria implica reconèixer un patró causal cíclic, és a dir, reconèixer un mecanisme que no és obvi a primer cop d'ull, a més tenir en compte el decalatge temporal associat al reciclatge dels nutrients.

#### **II.4.2.5. Assumir la incertesa**

La distància entre causes i efectes en un esdeveniment té a veure amb la capacitat de pensar a llarg termini en l'evolució d'un sistema, per exemple, de predir possibles canvis en el futur o d'acceptar efectes no previstos. Aquests aspectes tenen a veure amb la probabilitat, la incertesa i el control sobre els efectes.

La qüestió de la predictibilitat o el control en la comprensió dels processos emergents no és trivial, ja que implica diversitat de variables interactuant alhora en diversos nivells escalars espacials i temporals. La distinció entre els patrons globals i les interaccions que produeixen aquests patrons és un pas crucial per arribar a comprendre els processos emergents.

Si es parteix de la base que el determinisme és una forma quasi innata d'entendre la certesa entre causes i efectes, com es pot fer perquè l'alumnat aprengui a deixar-lo de banda quan es tracta de fenòmens complexos (Bullock et al., 1982 llegit a Grotzer 2003)? La resposta es fa difícil tenint en compte el concepte de probabilitat subjectiva: és aquella que té a veure en la confiança d'un individu en què un esdeveniment tindrà lloc. És a dir, una persona confia en què certs efectes tindran lloc però no pot explicar de quina manera. Fins i tot quan s'accepta un esdeveniment com a subjecte a l'atzar, com per exemple saber quin número sortirà en llençar un dau, la tendència generalitzada és a deixar-ho tot en mans de la indeterminació i, en una recerca feta per Horvath and Lehrer (1998, llegit a Grotzer 2003) els estudiants pensaven que podrien controlar el resultat emparant-se en la sort o en desitjar molt que sortís un número, no en predir quin número sortiria. Ibarra (2009) també va trobar un comportament similar amb alumnat que havia de predir quin seria el futur d'un ecosistema: els alumnes creien poder predir els canvis que s'esdevindrien justificant-se en elements com ara una analogia o metàfores amb el desenvolupament humà, que no passaven del nivell descriptiu i que no eren explicacions científiques. Per a Ibarra això es produí ja que per a l'alumnat és més fàcil el nivell descriptiu on s'explica com es veu un procés que no pas el nivell explicatiu on es descobreixen les causes del procés en qüestió.

Amb relació a l'impacte de les condicions inicials i la predictibilitat, la majoria d'alumnes té la dificultat de reconèixer patrons predictibles i insisteix en que no es pot saber per endavant el que succeirà en el sistema (Penner, 2000). L'alumnat explicita la necessitat de *veure què passa* per avaluar de quina manera els canvis en un nivell poden afectar el sistema en la seva globalitat. Aquesta dificultat es veu accentuada pel fet que l'alumnat tendeix a recrear patrons linears de causa-efecte entre els canvis a un nivell i els efectes en un altre, dificultant la predictibilitat dels efectes que tindrien aquests canvis (Resnick, 1996a, 2001).

Tot i així, la tendència presentada per l'alumnat és confiar en la possibilitat de predir quin serà l'impacte de les condicions inicials en el nivell macro, és a dir, hi ha una resistència a acceptar la incertesa tot i que la confiança en la predictibilitat d'aquests efectes disminueix a mesura que no se'n troben evidències, i per tant només queda acceptar que és difícil, sinó impossible, predir els efectes que tindrà en el nivell macro, els canvis en el nivell micro. En l'estudi de Penner amb un programa informàtic dissenyat per explorar la comprensió de fenòmens emergents amb alumnat (concretament es tractava de la simulació de l'evolució d'una població de cèl·lules), els alumnes no van trobar cap evidència per poder predir quines serien les conseqüències en el nivell macro a partir de canvis en el nivell micro, de manera que la majoria va acabar donant com a argument que calia esperar per veure què passava en el sistema per saber quines havien estat les conseqüències, i per tant, acceptar que no ho podien predir.

Finalment i per acabar es fa un resum de les aportacions més destacades dels plantejaments teòrics que sustenten aquest treball:

Els **processos d'ambientalització curricular** poden contribuir al procés de transformació dels estils de vida dominants en el camí de construir una societat més justa i respectuosa, tant a nivell social com a nivell ambiental. L'ambientalització curricular es conforma a partir d'un conjunt d'accions de característiques diverses adreçades a la introducció de la perspectiva ambiental mitjançant la reflexió sobre el model de creixement de la societat i les seves conseqüències, i la necessitat de nous valors que facin possible un model de desenvolupament que sigui sostenible (Pujol, 1999).

Per dur a terme aquest procés es proposa començar per una transformació dels models interpretatius dels fenòmens del món, caracteritzada per la incorporació dels principis i les teories de la complexitat, vehiculada a partir del concepte de **sistema** definit com una xarxa formada per uns components estructurants que interaccionen entre ells i amb d'altres components fora del sistema, esdevenint en un patró global de comportament, que modifica l'entorn i alhora és modificat per l'entorn, i que s'autoregula a partir de processos d'interacció, regulació i dinamisme a partir dels fluxos d'informació que intercanvia amb l'entorn.

La transformació dels models interpretatius basada en la comprensió dels fenòmens com a sistemes des de la perspectiva de les teories i principis de la complexitat té implicacions en la forma de construir coneixement sobre el món, ja que entendre un fenomen com un sistema complex necessàriament significarà desenvolupar unes competències diferents de les requerides si el model interpretatiu fos diferent. Així, el **pensament sistèmic** es presenta com aquella competència que permet desenvolupar la capacitat de comprendre els fenòmens del món com a sistemes complexos, és a dir, comprendre que un sistema està constituït per uns components que poden interaccionar a diferents nivells escalars tant a dins del sistema com a fora del sistema, i que els efectes d'aquestes interaccions no sempre són previsibles ni predictibles. Per exemple, a l'hora de comprendre com funciona la gestió de residus en una ciutat cal tenir en compte quins són els components que formen part del sistema (tipus de residus, espai i infraestructura per a l'emmagatzematge dels residus, contenidors escombraries). Que aquests components interactuen amb d'altres components generant fluxos de matèria i energia (flux d'energia i materials derivats de la producció, tractament i eliminació dels residus, emissions de gasos i altres residus secundaris), fluxos d'agents (Activitats humanes que tenen impacte en la producció de residus: transport, vivenda...), fluxos socioeconòmics i culturals (impacte en la demografia, els estils de vida dominants...). I que el sistema s'autoregula a partir de processos interns (com ara el reciclatge) i que té unes funcions concretes (Enfortir i estendre les recollides selectives, tractar el 100% de les fraccions de residus, prioritzant la valorització material i reduint i/o estabilitzant el rebuig destinat a disposició final).

El desenvolupament del pensament sistèmic doncs, contribuiria a la comprensió dels fenòmens del món integrant els principis i teories de la complexitat. Ara bé, desenvolupar aquesta competència no és un procés que es produeixi espontàniament sinó que cal ensenyar-la i aprendre-la i com en tot procés d'aquestes característiques apareixen alguns **reptes**, que en el cas concret del pensament sistèmic es defineixen com la dificultat en comprendre els límits de la relació del sistema amb el seu entorn, els tipus d'interaccions que es produeixen entre els components, els diferents nivells on es produeixen, el caràcter emergent dels agents que hi participen i la manca de control total sobre els efectes i les conseqüències d'aquestes interaccions. Així doncs, per contribuir a l'ensenyament i l'aprenentatge del pensament sistèmic caldrà focalitzar-se en la gestió d'aquestes limitacions i per a fer-ho caldrà

identificar aquells aspectes més significatius i menys significatius per poder orientar el procés d'ensenyament i aprenentatge del pensament sistèmic.

## Síntesi del capítol II

En aquest capítol s'ha plantejat la necessitat d'un canvi en la forma d'interpretar els fets del món partint d'una reforma del pensament que permeti avançar cap a la construcció d'una societat creativa, que integri el caràcter complex d'aquests fets i fenòmens per poder trobar respostes alternatives a les existents i viure noves experiències en un procés d'aprenentatge continu al llarg de la vida. Aquesta reinterpretació dels fenòmens passa per veure el món com un conjunt de sistemes oberts i dinàmics, que s'autoorganitzen com a resposta a les modificacions de l'entorn, tot això permetent una aproximació més holística als fenòmens del món. Aquest plantejament és recollit des de l'educació per la ciutadania que va més enllà i reclama no només noves formes de pensar que integrin la complexitat sinó també noves formes d'actuar que incorporin la incertesa com a part de l'estratègia i formes de sentir responsables i respectuoses amb la comunitat humana i amb el medi.

Canviar la manera com s'interpreten els fenòmens del món té efectes en la manera com es construeix coneixement sobre aquests fenòmens. S'ha argumentat la necessitat d'incorporar la perspectiva complexa en el procés de construcció del coneixement com una alternativa a una comprensió més precisa tant els propis processos d'ensenyament i aprenentatge com els fenòmens d'estudi d'aquests processos. Aquesta aproximació s'ha concretat en el pensament sistèmic com una competència que permet incorporar la complexitat en la construcció del coneixement, afavorint la percepció i la interpretació del món a partir de les interaccions que s'hi esdevenen més enllà de les pròpies estructures, posant de manifest la diversitat de nivells que intervenen en aquests interaccions i el caràcter indeterminat de les conseqüències de les accions proposades. Aquestes característiques han permès conceptualitzar el pensament sistèmic en cinc dimensions complementàries que permetran posteriorment construir l'instrument d'anàlisi d'aquesta recerca.

Finalment, assumir el repte de la construcció del coneixement incorporant les teories i principis de la complexitat a través del pensament sistèmic té efectes en els processos d'ensenyament i aprenentatge. Es proposa l'ambientalització curricular com un procés de transformació de programes educatius en el quals els processos d'ensenyament i aprenentatge estan orientats a la presa de decisions reflexiva i crítica, promovent en l'alumnat la participació ciutadana a través d'accions contextualitzades en el medi i fonamentades en uns continguts que integren els principis de la complexitat i la diversitat de disciplines. Així, la incorporació dels fenòmens socioambientals al currículum escolar es presenta com una via per ambientalitzar el currículum, i en concret es planteja fer-ho des del marc d'una activitat científica escolar basada en la modelització de les teories científiques per tal d'aconseguir fer significatius els fenòmens d'estudi i la implicació de l'alumnat en el propi procés d'aprenentatge. Una aproximació més específica permet presentar la ciència escolar complexa com aquell conjunt de models escolars que incorporen les característiques d'un pensament complex integrador de sabers i que es concreten en el pensament sistèmic com a part del procés d'ambientalització curricular.







*“Un elefant és una branca d’un arbre”, digué la persona que tocà la trompa de l’elefant*

# Capítol III.

# Posicionament

# metodològic

La trompa en els elefants compleix multitud de funcions: l'alimentació, la hidratació, les relacions socials i familiars, o l'olfacte. Els elefants poden utilitzar la trompa per saber si hi ha amenaces o aliment, i prendre una decisió en conseqüència. La trompa, en certa manera orienta l'elefant en la presa de decisions de la mateixa manera que el posicionament metodològic es mostra com una guia que orienta la presa de decisions en una recerca;quina és la manera més adequada de plantejar la recollida de la informació, com s'analitzarà aquesta o quin tipus de resultats pot esperar en aquest procés són decisions que la persona investigadora pren en funció del posicionament metodològic escollit.

En aquest capítol es presenten els aspectes metodològics que articulen la recerca i està organitzat en tres apartats. En el primer apartat es presenta el posicionament metodològic amb relació al paradigma de recerca, en el segon apartat es concreta la modalitat de recerca i es defineix el cas d'estudi. Finalment el tercer apartat presenta la planificació metodològica que orienta la recerca.

La següent figura mostra els continguts d'aquest capítol:

<b>Índex de continguts del capítol III</b>	
<b>Paradigma de recerca .....</b>	<b>83</b>
La investigació qualitativa .....	84
Criteris reguladors en la investigació qualitativa .....	85
<b>Modalitat de recerca .....</b>	<b>87</b>
<b>El cas d'estudi .....</b>	<b>88</b>
El material didàctic.....	88
Els grups de treball.....	91
<b>Planificació de la recerca.....</b>	<b>92</b>
<b>Síntesi del capítol III .....</b>	<b>96</b>

*Figura 10: Índex de continguts del capítol III*

### III.1. Paradigma de recerca

El paradigma de recerca orienta la investigació i lluny de ser una limitació serveix a l'investigador de guia, tant en la definició dels objectius com en el tipus d'instruments de recollida o l'anàlisi (Denzin & Lincoln, 2006).

Davant la diversitat de paradigmes existents en investigació educativa (Knoblauch, Flick, & Maeder, 2005) l'investigador ha de fer una reflexió prèvia per saber quin és el paradigma que millor s'adequa a la seva idea d'investigació, ja que posteriorment aquest li servirà per orientar la recerca, no només en la part metodològica sinó en la naturalesa dels resultats que aportarà, com els representarà o el tipus de conclusions que aportarà.

L'investigador es pregunta quin és l'interès de la seva investigació, quina és la seva visió de l'educació i per tant quina és la naturalesa del fenomen que estudiarà, quins resultats espera aportar... són algunes de les preguntes que ens ajuden a definir els paradigmes que hi ha en investigació educativa.

A continuació es mostren les característiques principals dels paradigmes dominants en investigació educativa :

	Interès de la investigació	Visió de l'educació	Generació del coneixement	Visió de la realitat	Justificació dels resultats
<b>Positivisme</b>	Comprovar una hipòtesi	Objecte d'estudi	S'adquireix, és objectiu i quantificable	Estable i mesurable	Basada en anàlisis estadístiques o estudis experimentals
<b>Interpretatiu</b>	Comprendre i interpretar un fenomen	Procés	S'obté a través de la investigació, del procés, les persones, etc	Situacions socials com a situacions complexes	Descripció detallada de les situacions. S'estableixen significats en les accions i interaccions observades
<b>Crític</b>	Promoure un canvi	Institució social destinada a la reproducció i transformació social i cultural	És generat per mitjà d'una crítica ideològica de les relacions de poder, privilegi i opressió en certes àrees de la pràctica educativa	Visió global i dialèctica entre la realitat i la teoria	Examen profund de les maneres de pensar, posant de manifest els factors i les condicions que suprimeixen l'individu i proveint d'oportunitats d'apoderament.
<b>Constructivisme</b>	Comprendre i interpretar els significats i relacions que es donen en un procés	Procés	Construcció d'històries o narratives per descriure-les i explicar-les, més enllà de la interpretació	Situacions socials com a situacions complexes	Reconèixer formes alternatives de mirar críticament la naturalesa autèntica del que passa

Taula 2: paradigmes principals en investigació qualitativa, Adaptació de Bryman (2004)

La recerca que es presenta se situa en el paradigma interpretatiu ja que pretén explicar amb profunditat un fenomen, aproximant-se al context dels participants per tal de poder comprendre i dotar de significat el procés educatiu viscut (Thomas, 2009).

Des d'aquest paradigma el coneixement és creat de forma subjectiva i interactiva entre l'investigador i els participants: parteix de la creença que les interpretacions subjectives dels participants són constituents de la ciència (Santesmases, 2009). El paradigma interpretatiu, contràriament al positivista, es veu a l'interior de la vida social, però és incapaç de transcendir-la o de dirigir-la, a diferència del crític. Comprensió, significat i acció a través de la interpretació de l'investigador esdevenen paraules clau d'aquest paradigma:

“Observar les accions de les persones no es redueix, doncs, a prendre nota dels moviments físics visibles de l'actor, sinó que és necessària la interpretació, per part de l'observador, del sentit que configura la seva conducta.”(Santesmases, 2009, p. 238)

La relació entre la teoria i la pràctica és de complementarietat a través de l'autoreflexió: per una banda la teoria se suporta en la pràctica per fonamentar-se i a l'hora serveix de guia per orientar la pràctica, per tant respon a un plantejament pràctic de l'educació (Carr & Kemmis, 1988) que es dona en situacions complexes, fluïdes i reflexives. L'interès és la comprensió i la interpretació del fenomen amb la finalitat d'una aplicació pràctica, de manera que la posada en acció validi el coneixement.

### III.1.1. La investigació qualitativa

Les investigacions situades en aquest paradigma es caracteritzen per una metodologia dialèctica de treball en petits grups i una metodologia d'investigació qualitativa, centrada en els aspectes particular i subjectius del procés didàctic, sense oblidar el que és objectivable.

Així doncs aquesta recerca se situa en l'àmbit de la recerca qualitativa en educació que es pot definir de la següent manera:

“La recerca s'orienta a descriure i interpretar els fenòmens socials, i per tant educatius, i s'interessa per l'estudi dels significats i intencions de les accions humanes des de la perspectiva dels propis agents socials. Se serveix de les paraules, accions i documents orals i escrits per estudiar les situacions socials tal i com són construïdes pels propis participants. L'investigador qualitatiu intenta penetrar en l'interior de les persones i entendre-les des de dins, realitzant una espècie d'immersió en la situació i el fenomen estudiat” (Maykut & Morehouse, 1994, llegit a Latorre, Rincón Igea, & Arnal Agustín, 2003, p. 199)

A continuació se'n presenten les característiques més rellevants (Del Rincón, n.d.; Latorre et al., 2003) :

- El focus de la investigació és de caràcter exploratori i descriptiu posant èmfasi en la comprensió d'allò que és únic i particular més que en allò que és generalitzable.
- Caràcter protagonista dels participants en la generació de coneixement: la recerca qualitativa comprèn i interpreta la realitat educativa des dels significats i les intencions de les persones implicades, de manera que l'investigador comparteix el mateix marc de referència que els participants. Aquests són escollits intencionadament, a partir de criteris interns ja que no pretén generalitzar els resultats.
- Marcat caràcter interactiu i dinàmic que es reflecteix en un disseny emergent que s'elabora a mesura que es recull la informació i situa l'investigador com a instrument principal de la recerca. Els mètodes de recollida de la informació són de naturalesa interactiva i aquesta recollida té lloc en situacions naturals, no controlades.

- L'anàlisi de les dades és principalment inductiu: categories i patrons emergents es construeixen sobre la base de la informació obtinguda i l'informe d'investigació segueix el model de l'estudi de casos.

### III.1.2. Criteris reguladors en la investigació qualitativa

El caràcter subjectiu de la investigació qualitativa implica inevitablement veure's obligat a explicitar més que en d'altres camps els criteris que regulen el rigor científic d'aquesta.

Si bé s'havien atribuït històricament els criteris de validesa i fiabilitat a les investigacions de caire quantitatiu, certs autors han fet l'esforç per dotar de rigor científic les investigacions qualitatives buscant les seves pròpies estratègies però mantenint els mateixos criteris (Lincoln & Guba, 1985). En la següent taula es relacionen els criteris tradicionalment utilitzats en investigació quantitativa amb els criteris i les estratègies pròpies de la investigació qualitativa.

Criteri	Investigació quantitativa	Investigació qualitativa	Estratègies
<b>Valor de veritat</b>	Validesa interna	Credibilitat	Observació persistent Triangulació Comprovació amb els participants
<b>Aplicabilitat</b>	Validesa externa	Transferibilitat	Mostreig teòric Descripcions detallades Recollida d'informació abundant
<b>Consistència</b>	Fiabilitat	Dependència	Possibilitar la revisió dels criteris en les decisions preses Rèplica pas a pas dels procediments seguits Utilització de diversitat de mètodes per recollir la informació
<b>Neutralitat</b>	Objectivitat	Confirmació	Auditoria de confirmació entre les dades i les interpretacions que en fa l'investigador Enregistraments de baixa inferència Exercici de reflexió dels supòsits epistemològics subjacents a la investigació

*Taula 3: Criteris de qualitat en investigació qualitativa, Adaptació de (Latorre et al., 2003)*

Així, els criteris reguladors en investigació qualitativa que es tenen en compte en aquesta recerca són: la credibilitat, la transferibilitat, la dependència i la confirmació. A continuació es descriuen els criteris i les estratègies seguides per tenir en compte aquests criteris en el desenvolupament metodològic de la recerca:

La **credibilitat** en una recerca qualitativa fa referència al criteri de veritat, i existeix si la justificació o explicació del fenomen pot sostenir-se a partir de les dades obtingudes i els resultats descriuen amb rigor el fenomen estudiat. Es tracta de reduir al màxim la distància entre les dades recollides i el fenomen. En aquesta recerca el criteri de credibilitat s'obté a partir de l'observació del fenomen estudiat per part de la investigadora així com de l'equip educatiu que hi participa. A més a posteriori es realitza la triangulació amb els propis participants de les dades recollides.

La **transferibilitat** d'una recerca qualitativa fa referència al criteri d'aplicabilitat, i dependrà en gran part del context on es vulgui transferir, ja que la generalització no es troba en els objectius de la recerca qualitativa. Així doncs caldrà aportar descripcions prou detallades i acurades de manera que els que llegeixin i utilitzin la recerca puguin determinar les possibilitats de comparació i transferència en altres

contextos. La transferibilitat es garanteix a partir de la diversitat d'informació recollida tant pel que fa a tipus d'informació com a quantitat, fent a posteriori una reducció de la informació recollida seguint criteris explicitats.

El criteri de **dependència** fa referència al criteri de consistència i té a veure amb el grau amb què es repetirien els resultats de tornar-se a fer la recerca. En el cas de l'aproximació qualitativa la constant modificació del context educatiu podria fer variar aquest criteri de manera que els investigadors han d'aportar detalls del procés seguit i de les decisions preses en el disseny de la investigació per tal de reduir el biaix que hi pugui haver. Per garantir la replicabilitat de la recerca el procés metodològic de recollida, tractament i anàlisi de la informació s'explica detalladament, compartint els criteris utilitzats per prendre les decisions en les diferents etapes.

Finalment, el criteri de **confirmació** fa referència al criteri de neutralitat i consisteix en confirmar l'origen de la informació, la interpretació de significats i l'elaboració de les conclusions per demostrar que els resultats no estan esbiaixats per la subjectivitat de l'investigador. La confirmació ve avalada per la triangulació que s'ha fet al llarg de la recerca amb experts dins de l'àmbit de l'estudi, especialment en el procés d'anàlisi i d'obtenció dels resultats.

## III.2. Modalitat de recerca

L'estudi de casos és una de les modalitats de recerca habituals en la investigació qualitativa, i ho és especialment en investigació educativa. La definició de l'estudi de casos té diverses accepcions:

- Per a Bromley (1990, llegit a Merriam, 1998), es tracta “d’una investigació sistemàtica d’un esdeveniment o una sèrie d’esdeveniments relacionats que té com a objectiu descriure i explicar el fenomen d’interès” (p. 302).
- Yin (1994) defineix l'estudi de casos en termes del procés de recerca: un estudi de casos és una investigació empírica que investiga un fenomen contemporani en el seu context real, especialment quan els límits entre el fenomen i el context no són clarament evidents (p.13).
- Merriam (1988, llegit a Merriam, 1998), defineix l'estudi de casos com una descripció intensiva i holística, a partir d’una anàlisi d’un cas singular, fenomen o unitat social (p.27).

El que tenen en comú aquestes definicions és que en les tres es pretén descriure exhaustivament un fenomen aproximant-se a la complexitat del context on es desenvolupa, per tal de comprendre i interpretar situacions a partir de la percepció dels actors que hi participen. La diversitat de definicions ve donada per la potencial ambigüïtat del que s’entén per un cas ja que podria ser un individu, una associació de veïns, una institució, una entitat que ofereix un servei, una empresa, o fins i tot un Estat. Per tant un cas ha de ser un sistema específic, únic, i integrat en un context real que comprèn un conjunt d'elements interrelacionats amb uns límits clarament identificables (Merriam, 1998; Stake, 2006).

En el moment d'establir el cas d'un estudi cal tenir en compte que (Gorgorió, 2008):

- Ha de quedar fixat en un context temporal, geogràfic, organitzatiu, institucional, etc., que permeti establir els seus límits.
- Es pot definir fent referència a característiques de les persones o grups involucrats.
- Pot fixar-se a partir dels papers dels participants i les seves funcions en el cas.

Stake (1995) proposa tres tipus d'estudi de cas segons l'abast i la profunditat que tenen:

- **Intrínsec:** té per objectiu aconseguir una comprensió global d'un cas individual en particular, com un programa específic o un individu.
- **Instrumental:** en aquest cas el grau de comprensió buscat per l'investigador és més profund. L'estudi de cas esdevé un mitjà per a un fi posterior, per exemple, concentrar-se en un fenomen concret com a part d'un fenomen més ampli, per tal d'obtenir una millor comprensió general a posteriori.
- **Col·lectiu:** es refereix a la investigació que involucra un conjunt coordinat d'estudis de casos. Els casos poden ser estudiats comparativament amb la finalitat d'explorar les similituds i diferències, o bé posar a prova una teoria.

Merriam (1998) també proposa tres tipus d'estudi de casos:

- **Descriptiu:** presenta una descripció detallada del fenomen d'estudi. S'utilitza sobretot per presentar informació bàsica en àrees de l'educació on s'ha fet poca recerca com ara programes

o pràctiques educatives innovadores. Solen ser estudis que esdevindran la base per a futures recerques on la construcció de coneixement té més pes.

- Interpretatiu: també conté descripcions detallades però tenen l'objectiu de desenvolupar categories conceptuals o d'il·lustrar o rebatre qüestions teòriques subjacents en les dades. L'investigador recull el màxim d'informació possible per tal d'analitzar, interpretar i teoritzar sobre el fenomen, amb l'intent de conceptualitzar diferents aproximacions a un mateix fenomen estudiat. Per exemple, sobre com uns estudiants entenen uns conceptes matemàtics.
- Avaluatiu: en aquest cas són recerques que inclouen descripcions, explicacions i finalment emeten un judici, de manera que presenten una avaluació ben fonamentada. És un tipus de recerca adequat per avaluar un programa educatiu i decidir-ne la continuïtat.

Aquesta recerca és un estudi de cas **instrumental avaluatiu** ja que pretén **comprendre i explicar** un fenomen concret (l'ús del pensament sistèmic en alumnat de secundària a l'hora d'explicar fenòmens ambientals urbans), aportant **descripcions detallades** que busquen el desenvolupament i la interpretació de constructes teòrics des del punt de vista dels participants.

### III.3.1. El cas d'estudi

El cas d'estudi d'aquesta recerca es defineix el cas d'estudi com **la interacció entre el contingut d'un material didàctic sobre fenòmens socioambientals dissenyat des de la perspectiva sistèmica, i l'alumnat que participa en l'aplicació d'aquest material didàctic.**

A continuació es descriuen els aspectes generals del material didàctic i seguidament les característiques de l'alumnat. Una explicació més detallada de les característiques del material es pot trobar en l'Annex 5.

#### III.3.1.1. El material didàctic

La unitat didàctica "Pintar amb la mirada" té com a temàtica principal l'auditoria ambiental municipal i la participació ciutadana, i està orientada a alumnat d'Educació Secundària Obligatòria. La ciutat se situa com un escenari on convergeixen diversitat de factors i relacions donant lloc a l'emergència d'estructures organitzades. A partir d'aquest plantejament es proposa a l'alumnat la redacció de propostes argumentades per a la millora de la qualitat ambiental del seu municipi, partint dels fenòmens de la vida quotidiana per tal d'aportar significativitat al fenomen estudiat.

La unitat didàctica es dissenya per a ser implementada com un crèdit de síntesi per a l'etapa d'Educació Secundària Obligatòria, per tant, en la concreció d'objectius, competències i continguts es té en compte el Currículum d'Educació Secundària Obligatòria basat en el DECRET 143/2007, de 26 de juny, pel qual s'estableix l'ordenació dels ensenyaments de l'educació secundària obligatòria, de la Generalitat de Catalunya.

La unitat didàctica s'aplica per part d'un equip educatiu extern als centres amb experiència en la realització d'activitats d'educació ambiental i que rep una formació prèvia per a dur a terme l'aplicació. Durant la seva aplicació el professorat dels centres educatius és present i fa de suport als educadors.

Els objectius generals de la unitat didàctica són:



- Comprendre i utilitzar les estratègies i els conceptes bàsics de les ciències de la naturalesa per a interpretar els fenòmens quotidians.
- Adoptar actituds crítiques fonamentades en el coneixement per a analitzar, individualment i en grup, qüestions socio-científiques per intervenir en la societat de forma responsable i compromesa.
- Desenvolupar actituds i hàbits favorables a la promoció de la salut personal i comunitària.
- Comprendre la importància d'utilitzar el coneixement científic per analitzar i valorar les repercussions del desenvolupament i les seves aplicacions i participar en la necessària presa de decisions entorn de situacions ambientals locals i globals.

La selecció dels continguts es fa partint de la modelització del concepte de sistema aplicat a la ciutat. I es resumeixen en la taula següent:

Conceptuals	Procedimentals	Actitudinals
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La ciutat com un sistema complex, obert i dinàmic que intercanvia matèria, energia i informació amb l'entorn.</li> <li>• Estructura, fluxos de matèria, energia i informació, canvis temporals, límits i diversitat en: la gestió dels residus, la qualitat atmosfèrica, la qualitat acústica, la gestió del territori i la mobilitat.</li> <li>• Fases de l'elaboració d'una Auditoria Ambiental Municipal</li> <li>• Els fenòmens ambientals com conflictes en què intervenen multitud de variables i relacions.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recerca d'informació en diferents fonts (Internet, enquestes, entrevistes a especialistes)</li> <li>• Lectura crítica de textos científics</li> <li>• Utilitzar diversitat de llenguatges per comunicar les idees i el coneixement científic.</li> <li>• Capacitat de síntesi i d'estructuració del coneixement.</li> <li>• Argumentació de posicionaments entorn a fenòmens ambientals i la presa de decisions.</li> <li>• Elaboració de propostes de gestió ambiental basades en el diàleg de disciplines.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valorar la diversitat de formes de viure, sentir i comunicar-se.</li> <li>• Valorar estils de vida en què dialoguen les necessitats i la responsabilitat de viure en comunitat.</li> <li>• Valorar la complexitat de la gestió ambiental municipal, fent especial èmfasi en el paper de l'administració local.</li> <li>• Valorar l'oportunitat d'intervenir en el desenvolupament del municipi a través de la participació ciutadana.</li> </ul>

Taula 4: Continguts estructurants del material didàctic

Per tal de poder acomplir els objectius de la unitat didàctica els continguts s'organitzen i seqüencien en activitats, seguint el cicle d'ensenyament i aprenentatge proposat per Jorba i Sanmartí (Sanmartí, 2002). El material didàctic s'estructura en cinc sessions, de 5 hores de durada cadascuna, cadascuna de les quals correspon a una de les fases del cicle d'ensenyament –aprenentatge i alhora les activitats que formen cada sessió estan estructurades seguint el mateix cicle. Així la sessió 2, per exemple, té per finalitat introduir els continguts amb relació a un vector ambiental. Per a fer-ho s'estructura la sessió seguint el cicle d'ensenyament-aprenentatge de manera que hi ha activitats d'exploració de continguts, d'introducció pròpiament, d'estructuració i aplicació.

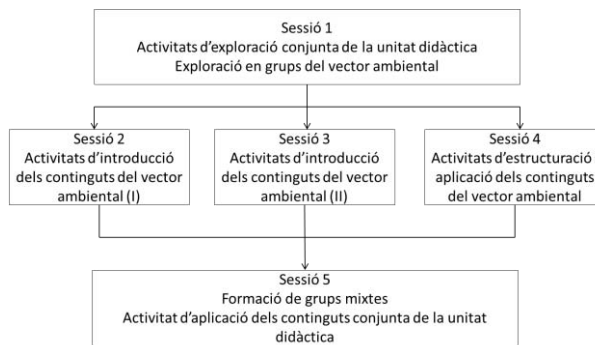


Figura 11: Implementació de la unitat didàctica per sessions

En la primera sessió tots els grups realitzen la mateixa activitat com a presentació del crèdit. En les sessions 2, 3, 4 cada grup treballa sobre un dels vectors ambientals. D'aquesta manera, al finalitzar el quart dia cada grup ha esdevingut expert d'un dels vectors (gestió de residus, mobilitat, qualitat de l'aire, so, gestió del territori). En l'última sessió es formen grups mixtes amb experts de cada vector que redactaran el Pla d'Acció Local incloent una visió multidisciplinària del fenomen que culmina en la pintada d'un graffiti per part de cada grup. A continuació es descriu cada sessió.

**SESSIÓ 1:** La primera sessió té per objectiu presentar a l'alumnat el crèdit de síntesi, fer els grups i assignar-los el vector ambiental. Es presenta el graffiti com a eix artístic que acompanyarà totes les sessions. El pes d'aquesta sessió es basa en l'exploració de les idees prèvies de l'alumnat sobre el seu municipi en general, i en concret sobre el vector ambiental de cada grup, mitjançant la construcció d'un mural col·lectiu del grup classe.

**SESSIÓ 2:** La segona sessió té per objectiu introduir els continguts amb relació al vector ambiental de cada grup. L'activitat central d'aquesta sessió és la lectura de textos científics en grups cooperatius, de manera que cada alumne de cada grup s'especialitza en una part del seu vector i després la comparteix amb la resta.

**SESSIÓ 3:** La tercera sessió té per objectiu estructurar una part dels continguts mitjançant la realització d'enquestes a la població sobre les fortaleses i les debilitats percebudes pels ciutadans amb relació a cada vector ambiental. Posteriorment l'alumnat ha de comunicar els resultats a través de l'elaboració d'un pòster en anglès i exposar-ho davant del grup classe.

**SESSIÓ 4:** La quarta sessió té l'objectiu estructurar i aplicar els continguts introduïts. Per una banda es relaciona el que s'ha treballat en les sessions anteriors amb les activitats quotidianes. L'aplicació dels continguts es concreta amb la redacció de propostes de millora de la qualitat ambiental municipal.

**SESSIÓ 5:** La cinquena i última sessió té per objectiu comunicar les propostes d'acció elaborades en la sessió anterior a través d'un graffiti. L'alumnat argumenta científicament les seves propostes i artísticament el graffiti incorporant allò que ha treballat en les sessions anteriors.

El material didàctic es caracteritza com un element del context educatiu on es desenvolupa la recerca, necessari per a poder definir l'abast del cas d'estudi. Així, aquest es conceptualitza especialment per generar un context educatiu que afavoreixi les explicacions de l'alumnat sobre els fenòmens ambientals del seu municipi en termes de pensament sistèmic, d'acord amb els objectius plantejats per aquesta recerca.

### III.3.1.2.Els grups de treball

L'alumnat que participa en l'aplicació del material didàctic ho fa en el context de la realització del crèdit de síntesi. Durant la realització d'aquest treball, l'alumnat s'organitza en grups a diferència de la resta del curs. Aquests grups estan confeccionats pel professorat de cada centre. L'alumnat participant en la recerca consisteix en dos grups de treball de dos centres educatius diferents i que tenen les següents característiques:

	Grup I	Grup II
<b>Curs acadèmic</b>	2n curs de la ESO	3r curs de la ESO
<b>Edat</b>	13-14 anys	14-15 anys
<b>Quantitat de membres (noies/nois)</b>	5 (2 noies/ 3 nois)	7 (3 noies/ 4 nois)
<b>Data de realització del treball de síntesi</b>	Març 2010	Juny 2010
<b>Centre educatiu</b>	Institut X d'Educació Secundària del Vallès Occidental	Institut Y d'Educació Secundària del Vallès Occidental

*Taula 5: Característiques de l'alumnat que forma el cas d'estudi*

El cas d'estudi s'ha definit en funció de les característiques del material didàctic i de les característiques de l'alumnat participant en l'aplicació d'aquest material didàctic. A continuació es descriu el procés de planificació de la recerca.

### III.3. Planificació de la recerca

La planificació de la recerca s'orienta a partir de la finalitat i els objectius de recerca, descrits en el capítol 1:

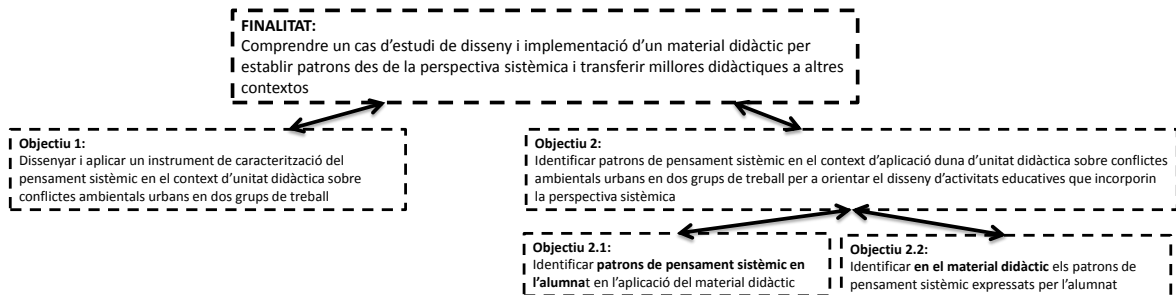


Figura 12: finalitat i objectius que orienten la planificació metodològica de la recerca

Per poder acomplir la finalitat i els objectius de recerca cal tenir en compte el posicionament metodològic de la recerca, ja que aquest orienta les decisions que s'han de prendre amb relació a les tècniques, les mostres i els instruments que siguin necessaris. El posicionament metodològic d'aquesta recerca s'emmarca dins del paradigma d'investigació interpretatiu i es concreta en la modalitat de recerca d'un estudi de cas instrumental i avaluatiu.

El procés desenvolupat per poder respondre la finalitat i els objectius de la recerca es duu a terme a partir de diverses estratègies i procediments d'anàlisi:

L'assoliment de l'objectiu 1 -de disseny i aplicació de l'instrument d'anàlisi del pensament sistèmic- es desenvolupa en dues etapes:

- A partir d'una revisió bibliogràfica s'obté la documentació teòrica que permet conceptualitzar el pensament sistèmic en el context de l'ambientalització curricular. La informació s'analitza i s'organitza en taules de dimensions i categories, que constitueixen l'instrument d'anàlisi del pensament sistèmic.
- Les dimensions i categories definides seran complementades durant el procés d'aplicació de l'instrument. D'aquesta manera s'obindrà la versió definitiva de l'instrument corresponent a l'objectiu 1 de la recerca.

L'assoliment de l'objectiu 2 -d'identificació dels patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat- es desenvolupa a partir de la utilització de quatre estratègies diferents:

- L'aplicació del material didàctic i la realització de les entrevistes als grups de treball permeten obtenir les mostres de la recerca: les produccions de l'alumnat i les entrevistes. Aquesta informació s'organitza mitjançant el procediment de transcripció, obtenint les dades per a poder ser tractades.
- L'estratègia de l'anàlisi del contingut utilitzant el programari Atlas.ti permet analitzar les transcripcions de les mostres mitjançant el procediment d'identificació de segments de significativitat primer, i l'aplicació de les dimensions i categories de l'instrument, després.

- L'estratègia de l'anàlisi documental permet organitzar i sistematitzar els segments de significativitat analitzats en gràfiques de freqüència i taules de relació, de manera que s'obtenen els resultats preliminars de la recerca.
- L'aplicació de les eines d'interpretació i representació als resultats preliminars permet obtenir els resultats definitius que es concreten en el Gradient d'expressió de les dimensions i en el Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica.

L'assoliment de la finalitat de la recerca es duu a terme a partir de triangular els resultats obtinguts amb relació al Gradient d'expressió de les dimensions i al Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica, per a cadascun dels dos grups de treball. El creuament d'aquests resultats permet identificar i caracteritzar els patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat.

En la següent figura es representa aquest procediment:

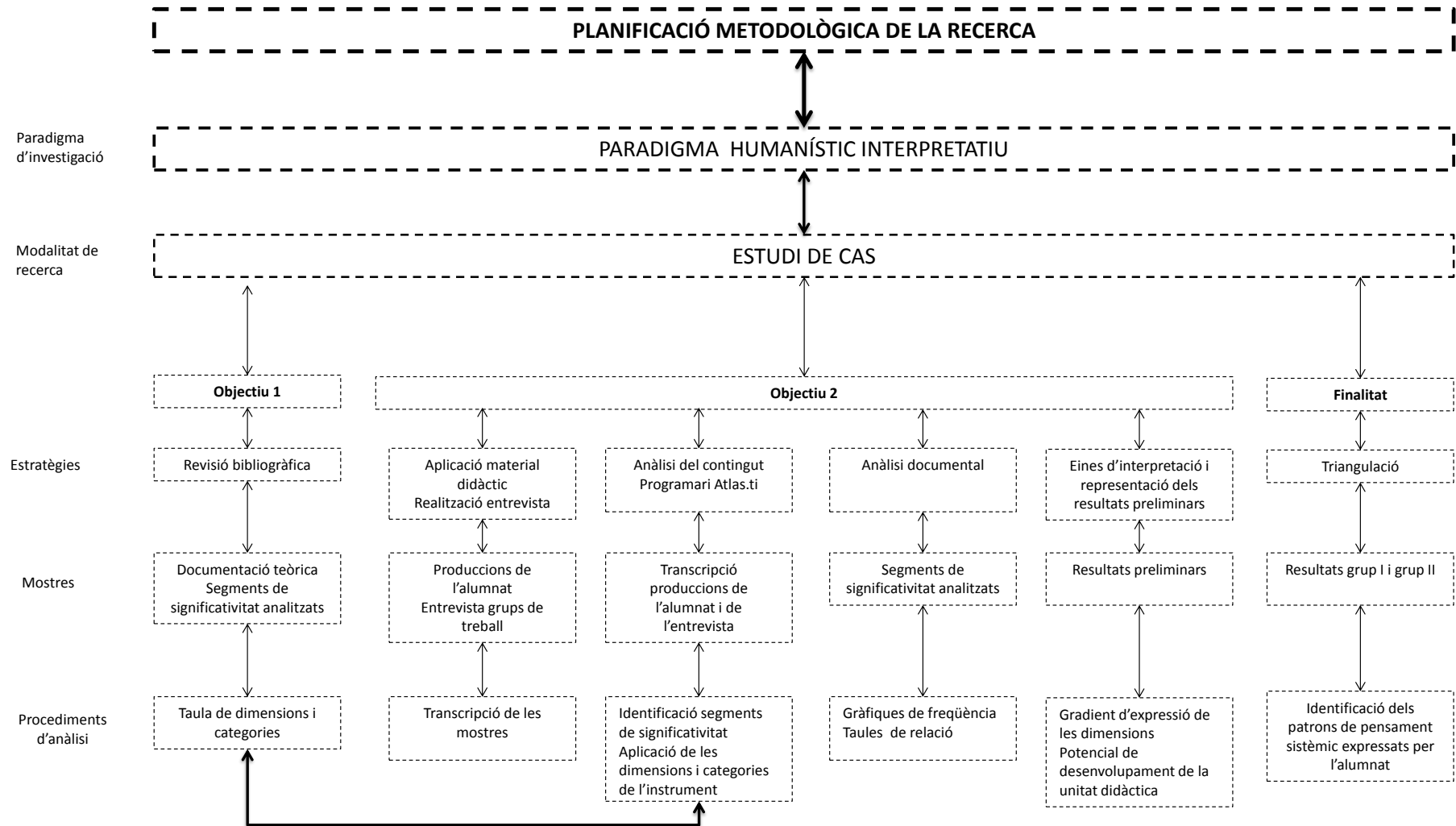


Figura 13: Planificació metodològica de la recerca

La planificació metodològica de la recerca permet orientar i estructurar el procés de disseny de la recerca. En aquest cas, el procés de disseny de la recerca està compost de dues etapes: la primera referent al disseny de l'instrument i la segona referent a l'aplicació de l'instrument.

Així, en l'Etapa 1 del disseny de la recerca es descriuen les característiques i els components de l'instrument i es defineixen els procediments d'anàlisi i representació de l'instrument. En l'Etapa 2 del disseny de la recerca es duu a terme l'aplicació de l'instrument i l'obtenció dels resultats de la recerca. Aquestes dues etapes es relacionen de forma bidireccional ja que en el procés d'aplicació de l'instrument s'obtenen resultats que enriqueixen el propi instrument i que s'incorporen per a elaborar-ne la versió definitiva.

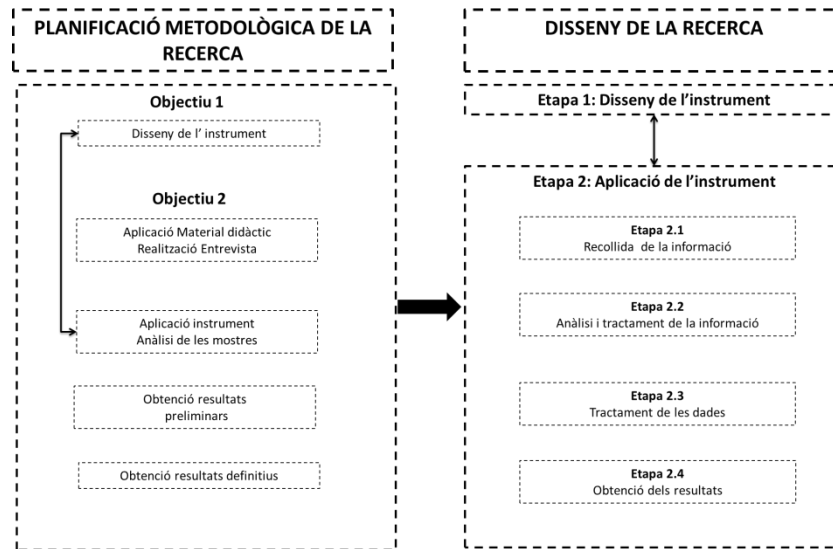


Figura 14: La planificació metodològica de la recerca orienta el disseny de la recerca

El procés de disseny de la recerca es descriu en el capítol IV.

## Síntesi del capítol III

Aquesta recerca s'emmarca dins del paradigma d'investigació humanístic interpretatiu ja que pretén comprendre i descriure detalladament un fenomen aproximant-se al context dels participants per tal de poder establir significats en les accions i les interaccions observades.

És una recerca qualitativa que es concreta en la modalitat de l'estudi de casos. El grau d'aprofundiment en l'anàlisi i la finalitat metodològica d'aportar orientacions per a l'avaluació de l'aplicació del material didàctic determinen la tipologia de l'estudi de cas com a instrumental avaluatiu. En concret el cas d'estudi consisteix en la interacció entre un material didàctic sobre la qualitat ambiental municipal i dos grups de treball d'alumnat del primer i segon cicles de l'Educació Secundària Obligatòria d'un municipi de la comarca del Vallès Occidental.

Les opcions metodològiques dins de les quals s'emmarca la recerca orienten la planificació metodològica de la recerca que permet respondre la finalitat i els objectius de la recerca. Aquesta planificació es descriu en dues etapes que es relacionen de manera bidireccional entre elles i permeten estructurar el procés de disseny de la recerca.





*“Un elefant és una canonada ben sòlida”, digué la persona que tocà els ullals de l’elefant*

# **Capítol IV.**

# **Disseny de la**

# **recerca**

Així com la solidesa de l'ivori del ullals de l'elefant, el disseny de la recerca esdevé una de les pedres angulars d'aquesta recerca. Aquest capítol conté el procés de disseny i d'aplicació de l'instrument d'anàlisi. S'ha construït un instrument que vol emular la resistència dels ullals de l'elefant i així com els ullals són una eina per garantir l'alimentació de l'elefant, l'instrument esdevé una eina per garantir un procés d'anàlisi de les dades rigorós i coherent.

En aquest capítol es presenta el disseny de la recerca que s'articula a partir de l'instrument d'anàlisi, i està estructurat en dos apartats, coincidint amb les etapes de disseny i aplicació e l'instrument. En el primer apartat es descriu l'etapa de disseny de l'instrument d'anàlisi, que alhora està constituïda per quatre subetapes. En el segon apartat es descriu l'etapa d'aplicació de l'instrument d'anàlisi, que també està constituïda per quatre subetapes.

La següent figura mostra els continguts d'aquest capítol:

<b>Índex de continguts del capítol IV</b>	
<b>Etapa 1. Disseny de l'instrument d'anàlisi del pensament sistèmic ....</b>	<b>100</b>
Etapa 1.I. Característiques de l'instrument.....	100
Etapa 1.II. Definició de les dimensions de l'instrument d'anàlisi del pensament sistèmic.....	103
Etapa 1.III. Operativitat de l'instrument.....	105
Etapa 1.IV. Definició de les eines d'interpretació i de representació dels resultats.....	109
<b>Etapa 2. Aplicació de l'instrument d'anàlisi del pensament sistèmic .....</b>	<b>148</b>
Etapa 2.I. Recollida de la informació .....	148
Etapa 2.II. Tractament i anàlisi de la informació .....	156
Etapa 2.III. Tractament de les dades preliminars.....	167
Etapa 2.IV. Obtenció dels resultats.....	177
<b>Síntesi del capítol IV.....</b>	<b>179</b>

*Figura 15: Índex de continguts del capítol IV*

El procés de disseny de la recerca es divideix en dues etapes. La primera etapa comprèn el procés de disseny de l' instrument d'anàlisi del pensament sistèmic. La segona etapa comprèn el procés d'aplicació d'aquest instrument.

En la primera etapa es descriuen en primer lloc les característiques generals de l'instrument, a continuació es descriuen les dimensions que formen l'instrument i tot seguit es presenta una taula operativa per a poder aplicar l'instrument. L'última part d'aquesta etapa consisteix en la definició dels mètodes de representació dels resultats que s'obtenen de l'aplicació de l'instrument.

En la segona etapa es descriu en primer lloc el procés de recollida i selecció de la informació per a poder aplicar l'instrument dissenyat. A continuació es descriuen els processos de tractament i anàlisi de la informació i dels resultats preliminars. Finalment s'explica quin és el procés per a obtenir els resultats definitius.

En el següent esquema es representen les etapes i les subetapes del disseny de la recerca:

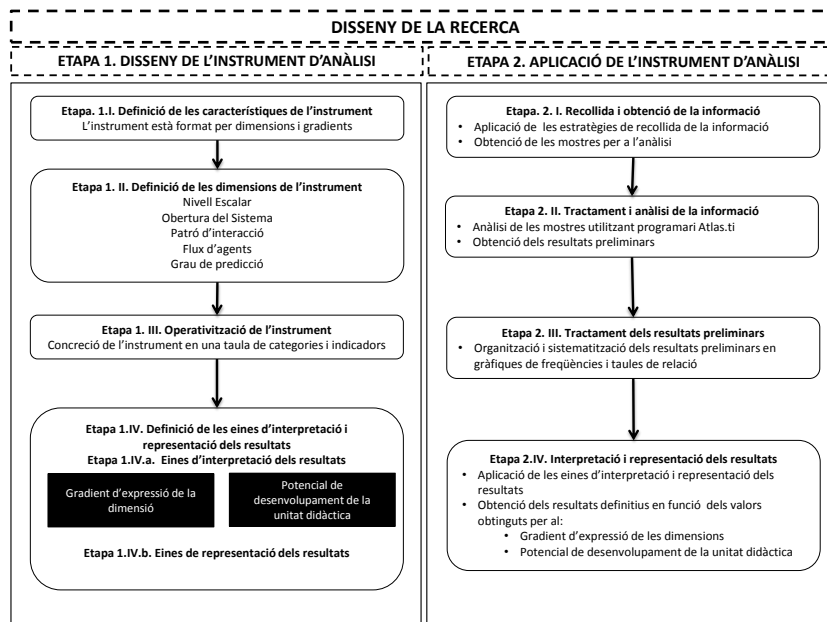


Figura 16: Etapes i subetapes del disseny de la recerca

## IV.1. Disseny de l'instrument d'anàlisi del pensament sistèmic

Aquesta primera etapa té per objectiu el disseny de l'instrument d'anàlisi del pensament sistèmic en un context educatiu i consta de quatre subetapes tal i com es mostra en la següent figura:

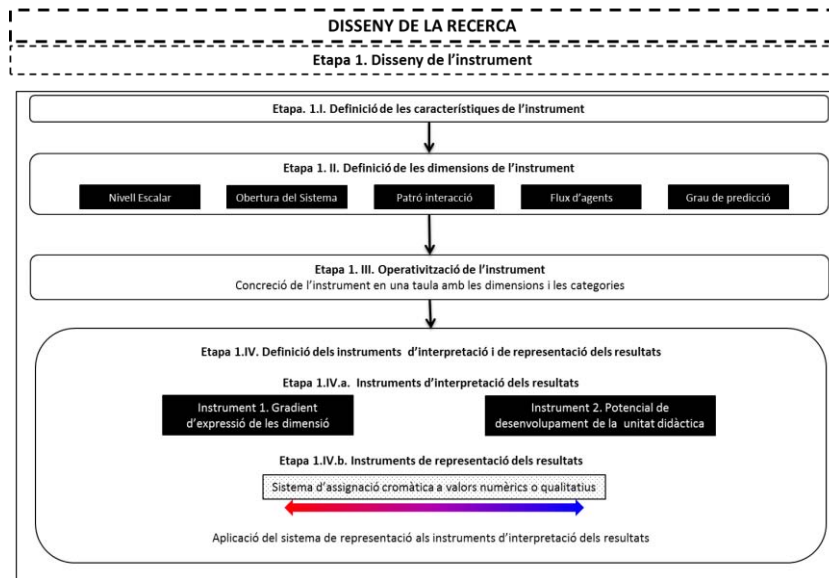


Figura 17: Esquema de l'etapa I del disseny de la recerca

Així, la primera subetapa consisteix en definir les característiques generals de l'instrument, que està format per dimensions i categories. A continuació en la segona subetapa es defineixen i descriuen les cinc dimensions que format l'instrument, i en la tercera subetapa es proporciona una taula operativa de l'instrument per a poder ser aplicat. Finalment l'última subetapa consisteix en la definició dels instruments d'interpretació i de representació dels resultats, que és el procediment que es duu a terme per poder obtenir els resultats definitius.

### IV.1.1. Característiques de l'instrument

L'instrument que es presenta a continuació emergeix a partir de les característiques del pensament sistèmic descrites en el capítol del marc teòric. I té per finalitat analitzar el pensament sistèmic en contextos educatius per contribuir al seu ús a l'hora de comprendre els fenòmens socioambientals.

És un instrument que permet fer una anàlisi a dos nivells: per una banda l'instrument permet una anàlisi global definida a través de les dimensions, i de l'altra permet una anàlisi més específica que es concreta a través de les categories.

A continuació es fa una relació de les característiques de les dimensions i a continuació es desenvolupen:

Característiques de les dimensions
Caràcter global
Necessàries i complementàries entre elles
No guarden relació de jerarquia
Caràcter deductiu
Origen epistèmic diferenciat

Taula 6: Característiques de les dimensions de l'instrument d'anàlisi del pensament sistèmic

Les dimensions de l'instrument es defineixen com aquells aspectes que són **necessaris** per a caracteritzar el pensament sistèmic. En aquest punt es necessari fer èmfasi en el caràcter necessari de les dimensions en la l'anàlisi del pensament sistèmic. Tal i com estan concebudes, s'entén "caracterització del pensament sistèmic" com la descripció de cadascuna d'aquestes dimensions en el context d'una conversa, en l'enunciat d'una tasca o en la redacció d'una activitat referent als sistemes, és a dir, l'instrument permet caracteritzar cadascuna d'aquestes dimensions, explicant com es desenvolupen en un determinat context educatiu, de manera que l'emergència de la caracterització de cadascuna de les cinc dimensions correspondria a una caracterització d'un patró del pensament sistèmic. Per això la caracterització del pensament sistèmic passa *necessàriament* per la caracterització de totes les dimensions.

Les dimensions entre elles tenen caràcter **complementari** i per tant **no són del tot mútuament excloents**, ja que la comprensió d'un aspecte del pensament sistèmic, normalment està relacionada amb la comprensió d'altres aspectes. Per exemple, comprendre la relació entre la gestió dels residus i la mobilitat en una ciutat implica pensar en la ciutat com un sistema obert i alhora poder pensar en els nivells escalars que intervenen en aquesta interacció. Ja que les dimensions no són del tot mútuament excloents, es poden admetre diferents gradients de complexitat en diferents dimensions, és a dir, pot ser que en el context d'una explicació hi hagi una dimensió que tingui un gradient més complex que una altra. El fet que les dimensions estiguin concebudes com un gradient ofereix la possibilitat de visualitzar el repertori dels diferents gradients de complexitat que hi pot haver en les explicacions de l'alumnat (Grotzer, 2003).

Les dimensions entre elles no guarden una relació de **jerarquia**, en el sentit que són necessàries i complementàries en la comprensió del pensament sistèmic i per tant equivalents. Això no treu que per a descriure alguns sistemes concrets alguna dimensió esdevingui més rellevant que les altres.

Les dimensions que formen l'instrument són de caràcter **deductiu**.

Finalment, les dimensions tenen nombre diferent de categories cadascuna, això és degut a que cada dimensió té unes característiques **epistèmiques diferents** i per tant la quantitat i tipus de categories necessàries per a desenvolupar-les no poden ser iguals per a totes les dimensions.

A continuació es fa una relació de les característiques de les categories i a continuació es desenvolupen:

Característiques de les categories
Caràcter operatiu
Mútuament excloents
Marcat caràcter jeràrquic
Caràcter deductiu i inductiu
Qualitats diferents (simple/complex)

*Taula 7: Característiques de les categories de l'instrument d'anàlisi del pensament sistèmic*

Les **categories** tenen la funció de concretar i operativitzar les dimensions per tal de construir un instrument d'anàlisi que permeti caracteritzar el pensament sistèmic.

L'instrument està concebut per a analitzar l'ús del pensament sistèmic en contextos educatius. Concretament es para atenció a les explicacions que l'alumnat dona a certs fenòmens, i és en aquest sentit que es pot afirmar que algunes explicacions són més complexes que d'altres o que algunes explicacions són més simples que d'altres, de la mateixa manera que ocorre en els contextos més quotidians. Per tal de poder reflectir aquesta variabilitat en la complexitat de les explicacions, cadascuna de les dimensions està concebuda com un contínuum entre la seva expressió més simple i la seva expressió més complexa, de manera que es caracteritzen per un **gradient** de complexitat que es concreta a partir de les categories.

El gradient també permet comparar la complexitat o la simplicitat esperada en les explicacions de l'alumnat. És a dir, si bé s'esperaria que les explicacions més complexes siguin elaborades pels científics o pels experts, aquests també poden elaborar explicacions a diferents nivells i no per això menys rigoroses (Grotzer, 2003). Així, l'instrument permet posar en valor la simplicitat de les explicacions: una explicació simple no significa una explicació errònia (Perkins&Grotzer, 2005).

Pel que fa a les categories que componen aquestes dimensions són de **caràcter deductiu i inductiu**. Les categories no són només constructes teòrics tancats ja que en la seva definició es tenen en compte les aportacions que poden emergir de les dades durant l'anàlisi. Les categories deductives provenen de les característiques del pensament sistema que s'han concretat en el marc teòric. Les categories inductives provenen del procés d'anàlisi i aquestes apareixen en el moment en què les categories d'origen deductiu no s'ajusten a les característiques del text que s'està analitzant. Per la naturalesa qualitativa de la recerca s'ha optat per crear una categoria cada vegada que apareix la necessitat, encara que només sigui per una unitat de text, de manera que no s'ha dut a terme un procés de comparació recurrent entre les categories ni de saturació de categories. D'aquesta manera es pretén poder caracteritzar un major ventall d'explicacions i aprofundir en la comprensió del fenomen d'estudi.

Les categories són **mútuament excloents** i tenen un marcat **caràcter jeràrquic**. El caràcter jeràrquic de les categories ve determinat per la seva **qualitat**, que es defineix a partir del gradient de complexitat de cada dimensió. Les categories s'estructuren configurant un gradient que va des de la categoria que descriu l'expressió més simple d'una dimensió fins a la categoria que descriu l'expressió més complexa d'aquella dimensió. En la majoria de dimensions, i responent a la finalitat de poder descriure el més detalladament possible el repertori d'explicacions de l'alumnat, existeix més d'una categories que correspon a un mateix nivell de complexitat. En aquests casos **les**

categories mantenen el mateix ordre jeràrquic entre elles malgrat que en l'instrument es trobin escrites una sota l'altra.

## IV.1.2. Definició de les dimensions de l'instrument d'anàlisi

En el marc teòric s'ha conceptualitzat el pensament sistèmic a partir de les seves característiques principals, com ara, la presència de nivells escalars on es duen a terme les interaccions, la relació del sistema amb el seu entorn, la importància de les interaccions entre els components del sistema i amb l'entorn, o la incorporació de la incertesa i la difícil predictibilitat de les conseqüències de les accions. A partir d'aquestes característiques s'han definit les cinc dimensions del pensament sistèmic, i és a partir d'aquestes dimensions que es defineix l'instrument d'anàlisi del pensament sistèmic.

Les dimensions són de caràcter deductiu de manera que es defineixen a partir de les aportacions teòriques i també les categories que estructurin el seu gradient. Com que el procés de disseny de l'instrument és permeable a les aportacions que poden sorgir durant l'anàlisi hi haurà, a posteriori, categories d'origen inductiu que passaran a formar part de l'instrument d'anàlisi. En la taula següent es mostren les cinc dimensions que formen l'instrument i les categories d'origen deductiu que conforma el gradient de cada dimensió:

Dimensió 1: Nivell Escalar	Dimensió 2: Obertura del Sistema	Dimensió 3: Patró d'interacció	Dimensió 4: Flux d'agents	Dimensió 5: Probabilitat
Nivell micro	Sistema Tancat	Interacció linear simple	Agents centrals	Probabilitat Determinista
Nivell meso	Sistema Obert	Interacció linear múltiple	Agents cadena	Probabilitat Moderada d'Atzar
Nivell macro		Interacció dòmino	Agents xarxa	Probabilitat d'Indeterminació
		Interacció retroactiva	Agents emergents	
		Interacció recursiva		

Tauleta 8: Dimensions i categories deductives de l'instrument d'anàlisi del pensament sistèmic

A continuació es defineix cada dimensió amb relació a les característiques del pensament sistèmic detallades en el marc teòric. En l'Annex 1 es pot trobar una descripció de totes les categories que formen el gradient de cada dimensió amb exemples per a facilitar-ne la comprensió.

### IV.1.2.1. Dimensió 1: Nivell escalar

La primera dimensió de l'instrument fa referència a la característica del pensament sistèmic relacionada amb els nivells escalars. Així, aquesta dimensió permet caracteritzar si les explicacions de l'alumnat tenen en compte diferents nivells escalar, quins són aquests nivells i els components

estructurants que hi participen. Per això es parteix de l'existència de tres nivells escalars on es poden dur a terme les interaccions: el nivell micro (dels components estructurants del sistema), el nivell meso (del sistema de referència o d'altres sistema amb qui interactua) i del nivell macro (l'entorn).

El gradient d'aquesta dimensió està compost per 22 categories totes d'origen inductiu. Aquestes categories expressen la quantitat de nivells escalars així com el nombre de components estructurants del sistema que participen en una interacció expressada per l'alumnat.

#### **IV.1.2.2. Dimensió 2: Obertura del Sistema**

La segona dimensió de l'instrument fa referència a la característica del pensament sistèmic associada a la relació del sistema amb l'entorn. Així, aquesta dimensió permet caracteritzar si l'alumnat concep un sistema com una entitat oberta en interacció amb el medi o bé és una entitat aïllada que no manté relació amb el medi. En aquest cas es parteix de dues categories d'origen deductiu que serien les que responen a una concepció tancada del sistema o a una concepció oberta del sistema.

El gradient d'aquesta dimensió està compost per 5 categories, dues d'origen deductiu i tres d'origen inductiu. Les categories d'origen inductiu fan referència sempre a concepcions del sistema com a entitat oberta i es diferencien per la direcció d'aquesta relació, és a dir, del sistema a l'entorn, de l'entorn al sistema o una relació bidireccional entre el sistema i l'entorn.

#### **IV.1.2.3. Dimensió 3: Patró d'interacció**

La tercera dimensió de l'instrument fa referència a la característica del pensament sistèmic associada a la naturalesa de les relacions causa-efecte expressades per l'alumnat. Així, aquesta dimensió permet caracteritzar si les interaccions descrites per l'alumnat es caracteritzen per seguir patrons de causalitat linear i simple d'una causa-un efecte, patrons de causalitat linear però múltiple en la que intervenen diverses causes o diversos efectes, patrons en què les causes i els efectes es relacionen en cadena o bé expressen patrons més elaborats que inclouen bucles de retroalimentació o recursivitat.

El gradient d'aquesta dimensió està compost per 16 categories, cinc d'origen deductiu i onze d'origen inductiu. Les categories d'origen inductiu parteixen de les cinc categories ja definides i en concreten alguns aspectes. Per exemple, partint de la interacció linear simple, aquesta es pot concretar definint si la naturalesa de la relació és ascendent o descendent, és a dir, la categoria interacció linear simple +- indica que l'augment de la causa genera una disminució en l'efecte.

#### **IV.1.2.4. Dimensió 4: Flux d'agents**

La quarta dimensió de l'instrument fa referència a la característica del pensament sistèmic relacionada amb la tipologia d'agents que intervenen en les interaccions descrites per l'alumnat. Així, aquesta dimensió permet caracteritzar si aquests agents tenen un caràcter centralitzador corresponent a interaccions linears, si tenen un caràcter en cadena corresponent a interaccions dòmino, si es relacionen entre ells formant un entramat en interaccions retroactives o bé si aquests agents són l'emergència d'un procés.

El gradient d'aquesta dimensió està compost per 5 categories, quatre d'origen deductiu i una d'origen inductiu. Aquesta categoria respon a components que no interaccionen entre ells.



### IV.1.2.5. Dimensió 5: Probabilitat

La cinquena dimensió de l'instrument fa referència a la característica del pensament sistemàtic relacionada amb la predictibilitat de les conseqüències de les accions expressades per l'alumnat. Així, aquesta dimensió permet caracteritzar si l'alumnat expressa una concepció determinista amb relació a l'evolució dels sistemes en el temps i per tant contempla la total predictibilitat i control dels efectes de les seves accions, si considera un cert component d'atzar i deixa marge a conseqüències imprevista o bé si considera que no pot tenir control sobre els efectes i conseqüències ja que el sistema està subjecte a l'atzar i a la incertesa.

El gradient d'aquesta dimensió està compost per 3 categories, totes d'origen deductiu.

La definició de les dimensions de l'instrument és per tant un procés deductiu i inductiu. Si ve les dimensions són d'origen deductiu, el seu procés de definició és permeable a les aportacions que es puguin induir de les dades en el procés d'anàlisi i això es reflecteix en el caràcter inductiu d'algunes de les seves categories.

### IV.1.3. Operativitat de l'instrument

En l'apartat anterior s'ha definit cadascuna de les cinc dimensions que formen l'instrument i les categories que les formen. A continuació es presenta l'instrument d'anàlisi en una forma operativa per a poder ser aplicat. Es presenta una taula de categories i indicadors per a cada dimensió.

El gradient de complexitat de cada dimensió es llegeix verticalment en sentit ascendent, és a dir, les categories situades a la part superior responen a descripcions menys complexes que les categories situades a la part inferior de la taula. Per a permetre una millor identificació visual del gradient les categories s'han pintat segons la complexitat que representen, essent el color vermell una complexitat baixa, el color lila una complexitat moderada i el color blau una complexitat alta.

Dimensió 1: Nivell Escalar	
Categoria	Definició
micro-meso	Identificació del sistema de referència Identificació d'1 component o procés del sistema de referència. No identificació de fluxos ni d'altres sistemes.
meso-macro	Identificació del sistema de referència No identificació de components estructurants ni processos del sistema de referència. Identificació de fluxos que venen de l'exterior.
micro2-meso	Identificació del sistema de referència Identificació de 2 components o processos del sistema de referència. No identificació de fluxos ni d'altres sistemes.
micro3-meso	Identificació del sistema de referència Identificació de 3 components o processos del sistema de referència. No identificació de fluxos ni d'altres sistemes.
micro4-meso	Identificació del sistema de referència Identificació de 4 components o processos del sistema de referència. No identificació de fluxos ni d'altres sistemes.
meso2-macro	Identificació del sistema de referència. No identificació de components o processos del sistema de referència. Identificació de fluxos provinents d'1 altre sistema.
meso3-macro	Identificació del sistema de referència. No identificació de components o processos del sistema de referència.

	Identificació de fluxos provinents de 2 altres sistemes.
meso4-macro	Identificació del sistema de referència. No identificació de components o processos del sistema de referència. Identificació de fluxos provinents de 3 altres sistemes.
meso5-macro	Identificació del sistema de referència. No identificació de components o processos del sistema de referència. Identificació de fluxos provinents de 4 altres sistemes.
1.10. micro-meso-macro	Identificació del sistema de referència. Identificació d'1 component o procés del sistema de referència. Identificació de fluxos propis del sistema de referència.
1.11. micro2-meso-macro	Identificació del sistema de referència. Identificació de 2 components o processos del sistema de referència. Identificació de fluxos propis del sistema de referència.
1.12. micro3-meso-macro	Identificació del sistema de referència. Identificació de 3 components o processos del sistema de referència. Identificació de fluxos propis del sistema de referència.
1.13. micro4-meso-macro	Identificació del sistema de referència. Identificació de 4 components o processos del sistema de referència. Identificació de fluxos propis del sistema de referència.
1.14. micro-meso2-macro	Identificació del sistema de referència. Identificació d'un component o procés del sistema de referència. Identificació de fluxos provinents d'1 altre sistema. Identificació de fluxos propis del sistema de referència.
1.15. micro2-meso2-macro	Identificació del sistema de referència. Identificació de 2 components o processos del sistema de referència. Identificació de fluxos provinents d'1 altre sistema. Identificació de fluxos propis del sistema de referència.
1.16. micro3-meso2-macro	Identificació del sistema de referència. Identificació de 3 components o processos del sistema de referència. Identificació de fluxos provinents d'1 altre sistema. Identificació de fluxos propis del sistema de referència.
1.17. micro6-meso2-macro	Identificació del sistema de referència. Identificació de 6 components o processos del sistema de referència. Identificació de fluxos provinents d'1 altre sistema. Identificació de fluxos propis del sistema de referència.
1.18. micro-meso3-macro	Identificació del sistema de referència. Identificació d'1 component o procés del sistema de referència. Identificació de fluxos provinents de 2 altres sistemes. Identificació de fluxos propis del sistema de referència.
1.19. micro2-meso3-macro	Identificació del sistema de referència. Identificació de 2 components o processos del sistema de referència. Identificació de fluxos provinents de 2 altres sistemes. Identificació de fluxos propis del sistema de referència.
1.20. micro-meso4-macro	Identificació del sistema de referència. Identificació d'1 component o procés del sistema de referència. Identificació de fluxos provinents de 3 altres sistemes. Identificació de fluxos propis del sistema de referència.
1.21. micro3-meso4-macro	Identificació del sistema de referència. Identificació de 3 components o processos del sistema de referència. Identificació de fluxos provinents de 3 altres sistemes. Identificació de fluxos propis del sistema de referència.
1.22. micro5-meso4-macro	Identificació del sistema de referència. Identificació de 5 components o processos del sistema de referència. Identificació de fluxos provinents de 3 altres sistemes. Identificació de fluxos propis del sistema de referència.

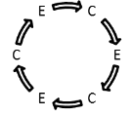
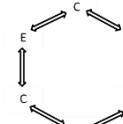
Taula 9: Categories que formen la dimensió 1 de l'instrument

Dimensió 2: Obertura del Sistema	
Categoria	Definició

2.1. Sistema tancat	Identificació de components estructurants del sistema o processos interns. No identificació de fluxos entre el sistema i l'entorn. Els components del sistema modifiquen el sistema però sense tenir en compte l'entorn.
2.2. Sistema Obert	Identificació de components estructurants del sistema o processos interns Identificació de fluxos entre el sistema i l'entorn sense especificar la direcció del flux.
2.3. Sistema-Entorn	Identificació de components estructurants del sistema o processos interns. Identificació de fluxos que van del sistema a l'entorn. Els components del sistema i/o d'altres sistemes modifiquen l'entorn.
2.4. Entorn-Sistema	Identificació de components estructurants del sistema o processos interns Identificació de fluxos que van de l'entorn al sistema. L'entorn modifica el sistema.
2.5. Sistema Obert Recíproc	Identificació de components estructurants del sistema o processos interns Identificació de fluxos que van del sistema a l'entorn i de l'entorn al sistema. El sistema modifica l'entorn i aquest alhora modifica el sistema.

Taula 10: Categories que formen la dimensió 2 de l'instrument

Dimensió 3: Patró d'interacció	
Categoria	Definició
3.1. No interacció	Identificació dels components que formarien part de la interacció però no s'arriba a establir la interacció. C E
3.2. Interacció linear simple neutra	La interacció es caracteritza per una relació unidireccional i directa de neutralitat. És una relació de causa no efecte . C ↯ E
3.3. Interacció linear simple	La interacció es caracteritza per una relació unidireccional i directa simple: una causa i un efecte. Aquestes relacions prenen quatre formes diferents segons la qualitat de l'efecte: C ⇒ E
3.4. Interacció linear simple --	La interacció es caracteritza per una relació unidireccional i directa simple, de naturalesa negativa o descendent: la disminució de la causa genera una disminució en l'efecte ↓C ⇒ ↓E
3.5. Interacció linear simple -+	La interacció es caracteritza per una relació unidireccional i directa simple de naturalesa mixta: la disminució de la causa genera un augment en l'efecte: ↓C ⇒ ↑E
3.6. Interacció linear simple +-	La interacció es caracteritza per una relació unidireccional i directa simple de naturalesa mixta: l'augment de la causa genera disminució en l'efecte: ↑C ⇒ ↓E
3.7. Interacció linear simple ++	La interacció es caracteritza per una relació unidireccional i directa simple de naturalesa positiva o ascendent: l'augment de la causa genera un augment en l'efecte: ↑C ⇒ ↑E
3.8. Interacció linear múltiple	La interacció es caracteritza per una relació unidireccional i directa múltiple. Múltiples causes provoquen múltiples efectes: 
3.9. Interacció linear múltiple convergent	La interacció es caracteritza per una relació unidireccional i directa múltiple que va de les causes als efectes: múltiples causes provoquen un únic efecte: 
3.10. Interacció linear múltiple divergent	La interacció es caracteritza per una relació unidireccional i directa múltiple en la que una única causa és responsable de varis efectes: 

3.11. Interacció dòmino	La interacció es caracteritza per una relació unidireccional en la qual la causa esdevé un efecte, i alhora aquest efecte esdevé una nova causa. Els efectes es propaguen des de les causes seguint un efecte dòmino: $C \Rightarrow E \Rightarrow C \Rightarrow E \Rightarrow \dots$
3.12. Interacció dòmino -	La interacció es caracteritza per una relació en cadena de caràcter negatiu, en el sentit de disminució: La disminució de la causa provoca disminució de l'efecte, i aquesta disminució serà la causa d'una nova disminució en els efectes: $\downarrow C \Rightarrow \downarrow E \Rightarrow \downarrow C \Rightarrow \downarrow E \dots$
3.13. Interacció dòmino +	La interacció es caracteritza per una relació en cadena de caràcter positiu, en el sentit d'augment: L'augment de la causa provoca augment de l'efecte, i aquest augment serà la causa d'un nou augment en els efectes: $\uparrow C \Rightarrow \uparrow E \Rightarrow \uparrow C \Rightarrow \uparrow E \dots$
3.14. Interacció dòmino mixta	La interacció es caracteritza per una relació en cadena de caràcter mixt, és a dir, l'augment o disminució d'una causa pot provocar augment o disminució de l'efecte: $\uparrow C \Rightarrow \downarrow E \Rightarrow \downarrow C \Rightarrow \downarrow E \dots$ $\downarrow C \Rightarrow \uparrow E \Rightarrow \uparrow C \Rightarrow \uparrow E \dots$ ...
3.16 Interacció retroactiva	Patrons d'interacció cíclics simples amb bucles retroactius. Les causes esdevenen efectes, i aquests esdevenen causes. En aquest cas, el patró és un cercle que té un bucle retroactiu que pot ser amplificador o reductor de l'efecte. 
3.15. Interacció recursiva	Patrons d'interacció recíprocs com ara, patrons bidireccionals en els quals cada element afecta els altres. Els productes i els efectes són en sí mateixos productors i causants del que els produeix i es desdibuixa el límit de qui és producte i qui és productor. 

Taula 11: Categories que formen la dimensió 3 de l'instrument

Dimensió 4: Flux d'Agents	
Categoria	Definició
4.1. Agents dispersos	Identificació d'agents sense establir-hi una interacció entre ells. Enumeració de components sense relacionar-los.
4.2. Agents centrals	Un agent és causa o efecte simple de la interacció.
4.3. Agents cadena	Un agent és alhora efecte i causa, de manera que entre ells es relacionen encadenadament.
4.4. Agents xarxa	Diversos agents relacionats entre ells formen un entramat de relacions <i>unidireccionals i directes</i> , alguns són causa i d'altres efecte.
4.5. Agents emergents	La relació que hi ha entre els agents de la interacció és de caràcter emergent. Les modificacions en el nivell micro afecten al nivell macro.

Taula 12: Categories que formen la dimensió 4 de l'instrument

Dimensió 5: Probabilitat	
Categoria	Definició
5.1. Probabilitat determinista	No es considera la incertesa ni la impredictibilitat. Les conseqüències o efectes en el sistema de les accions plantejades són conegudes.
5.2. Probabilitat moderada d'atzar	Es considera un cert gradient d'atzar o la impredictibilitat en les conseqüències o efectes de les accions proposades.
5.3. Probabilitat d'indeterminació	Es consideren bucles retroactius o recursius que donen un caràcter irreversible en les conseqüències o efectes de les accions proposades.

Taula 13: Categories que formen la dimensió 5 de l'instrument

### IV.1.4. Eines d'interpretació i de representació dels resultats

L'aplicació de l'instrument d'anàlisi genera un conjunt de dades preliminars que s'hauran de tractar i manipular per tal de poder interpretar i representar els resultats de forma definitiva. La interpretació es duu a terme a partir de l'obtenció d'instruments interpretatius i de representació que reflecteixen la caracterització del pensament sistèmic. Per això aquesta etapa es divideix en dues subetapes: la descripció dels instruments interpretatius (Etapa 1.IV.a.) i la descripció del sistema de representació d'aquests instruments (Etapa 1.IV.b.) .

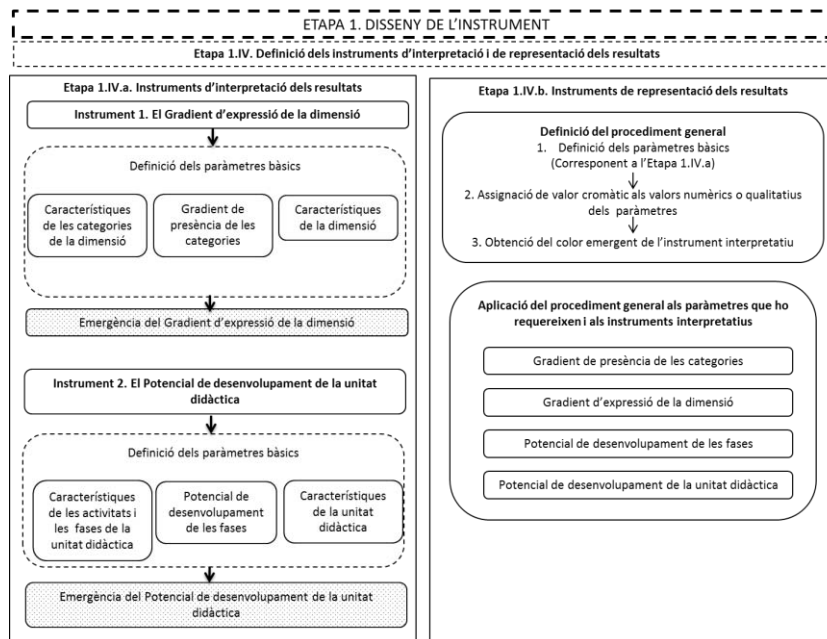


Figura 18: Esquema de 1.IV. del disseny de l'instrument

### IV.1.4.1. Eines d'interpretació dels resultats

De l'aplicació de l'instrument d'anàlisi en resulta una taula de dades preliminars que relaciona la freqüència de cadascuna de les categories en funció de l'activitat i l'entrevista. Aquestes dades s'organitzen i es sistematitzen en gràfiques de freqüències relatives i taules de relació per a poder aplicar les eines que permetran interpretar i representar els resultats. Aquestes dues eines d'interpretació dels resultats són el Gradient d'expressió de les dimensions (Gp) i el Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica (Pu)

En la següent figura es mostra la relació entre les dades i les eines d'interpretació dels resultats:

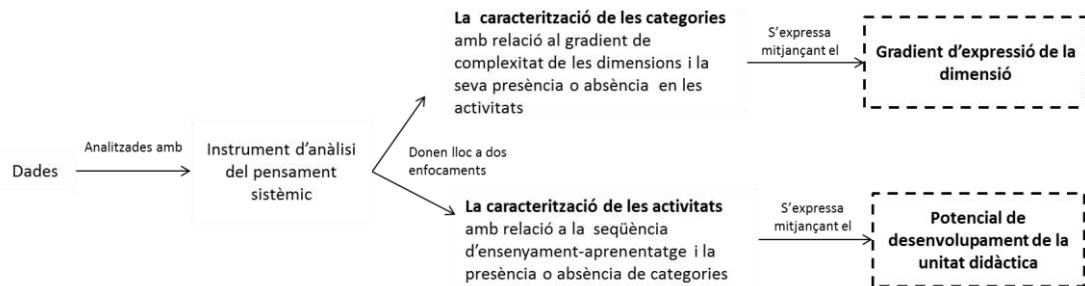


Figura 19: Relació entre les dades i les eines d'interpretació dels resultats

El Gradient d'expressió de la dimensió és una eina d'interpretació dels resultats de l'aplicació de l'instrument d'anàlisi que es focalitza en les dimensions de l'instrument i les categories que les formen, i permet expressar el comportament de les categories de cada dimensió en funció de la seva presència i freqüència en les activitats del material didàctic així com les tendències identificades en les categories amb relació al gradient de complexitat.

El Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica és una eina d'interpretació dels resultats de l'aplicació de l'instrument d'anàlisi que es focalitza en el material didàctic i les activitats que el formen, i permet expressar les característiques de les activitats de la unitat didàctica en funció de la presència o absència de categories de les dimensions, així com les tendències identificades amb relació al gradient de complexitat en les categories i a la fase del cicle d'ensenyament-aprenentatge al qual pertanyen les activitats.

Si ve les taules d'indicadors es podrien aplicar a altres contextos a part del d'aquesta recerca, les eines d'interpretació dels resultats que es defineixen a continuació estan especialment dissenyades per ser aplicades en el context d'un programa o procés d'ensenyament-aprenentatge estructurat a partir de seqüències i activitats.

#### IV.1.4.1.a. El Gradient d'expressió de la dimensió

El Gradient d'expressió de la dimensió és una eina d'interpretació dels resultats que permet visualitzar en un únic paràmetre la presència, la freqüència i les tendències de les categories i de la dimensió en el seu conjunt. Integra diferents escales i nivells de profunditat en l'anàlisi: d'una banda en l'escala específica es focalitza en les característiques i tendències de les categories en les activitats i les fases de la unitat didàctica, mentre que en l'escala global aporta una visió global de la dimensió en el conjunt de la unitat didàctica integrant aspectes descriptius i interpretatius.

En la següent figura es representa el procés emergent d'obtenció del Gradient d'expressió de la dimensió:

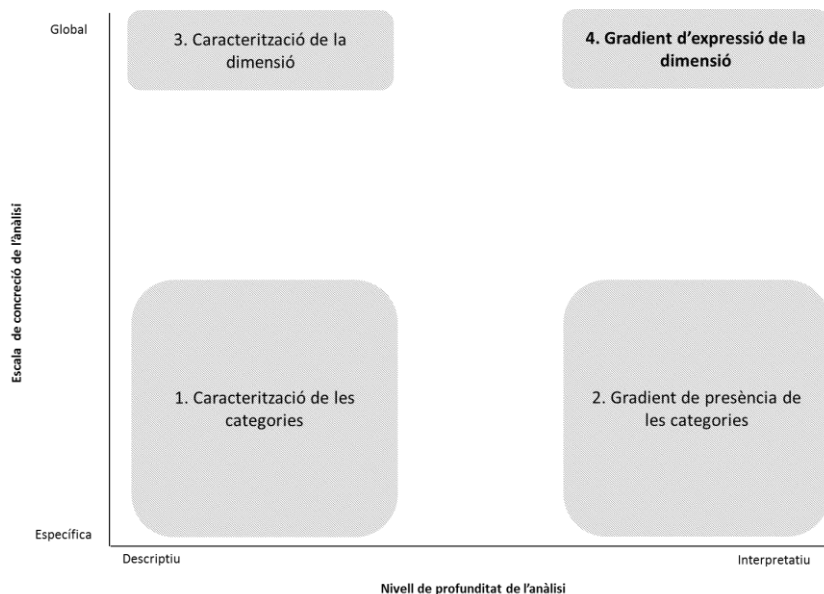


Figura 20: Emergència del gradient d'expressió de la dimensió

Així doncs en primer lloc es realitza una **caracterització de les categories de la dimensió**, que se situa en un nivell d'anàlisi descriptiu i en les escales específica i global. Aquest primer pas consisteix en una descripció de les categories i s'obté a partir dels paràmetres de freqüència i presència. A continuació es passa d'un nivell d'anàlisi descriptiu a un nivell d'anàlisi interpretatiu seguint a la mateixa escala i s'obté el **Gradient de presència de les categories**.

En tercer lloc es passa a un nivell d'anàlisi descriptiu a una escala global. En aquest cas es tracta de **caracteritzar la dimensió globalment**. Consisteix en una descripció estàtica de la dimensió en el seu conjunt a partir d'uns paràmetres de freqüència i presència.

Finalment, l'anàlisi se situa novament a un nivell interpretatiu però a escala global. Aquest quart pas consisteix en l'emergència del **Grau d'expressió de la dimensió** i requereix dels passos anteriors per a poder obtenir-se, ja que integra les tres escales i se situa a un nivell interpretatiu que recull les aportacions realitzades en el nivell descriptiu.

A continuació es descriuen els passos per a l'obtenció del gradient d'expressió de la dimensió i finalment s'explica com es duu a terme l'emergència del gradient d'expressió de la dimensió.

### (a) Pas 1. Caracterització de les categories

El primer pas consisteix en una caracterització de cadascuna de les categories de la dimensió a partir dels valors de freqüència d'aquestes en les activitats i les fases de la unitat didàctica, i de la identificació de tendències de comportament. Aquests valors s'obtenen del tractament de les dades preliminars resultants de l'aplicació de l'instrument, en gràfiques de freqüències relatives i taules que relacionen les categories en funció de la seva freqüència en les activitats i les fases de la unitat didàctica.

Les categories es descriuen a partir de sis paràmetres, que es mostren en la següent figura:

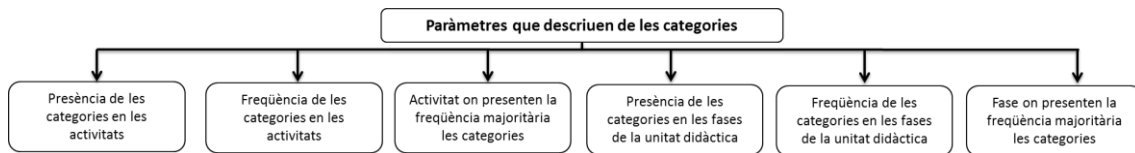


Figura 21: Paràmetres que caracteritzen les categories

Els valors per a cada paràmetre i categoria de cada dimensió se situen en una taula de relació:

Dimensió	Paràmetre 1	Paràmetre 2	Paràmetre 3	Paràmetre 4	Paràmetre 5	Paràmetre 6
Categoria 1	→	→	→	→	→	→
Categoria 2	→	→	→	→	→	→
...	→	→	→	→	→	→
Categoria n	→	→	→	→	→	→

Taula 14: Taula per a la caracterització de les categories

La lectura horitzontal de la taula permet obtenir una descripció exhaustiva de les categories a partir dels sis paràmetres de manera que a partir dels valors per a cada paràmetre s'obté la caracterització de tipus descriptiu per a cada categoria que se sintetitza en un text per a cada categoria.

La lectura vertical de la taula, en canvi, permet passar d'una descripció estàtica a una descripció dinàmica i parlar de la variabilitat dels paràmetres al llarg de les categories i per tant al llarg de la dimensió. D'aquesta manera, l'evolució dels paràmetres al llarg del contínuum de categories aporta una visió dinàmica del seu comportament.

Així doncs es poden definir tendències de comportament de les categories amb relació a diversos aspectes:

- Distribució de les categories en funció de les activitats de cada fase: tendència de les categories a concentrar-se en una sola activitat de la fase o a repartir-se homogèniament en les activitats de la fase.
- Distribució de les categories en funció de les fases de la unitat didàctica: Tendència de les categories a concentrar-se en una sola fase o a repartir-se homogèniament al llarg de la unitat didàctica.
- Relació entre la presència i la freqüència de les categories i la seva complexitat: Com que les categories estan ordenades segons un gradient simple/complex dins de la dimensió, es poden establir relacions entre la variabilitat dels paràmetres i la complexitat en les categories.

Les tendències identificades se sintetitzen en un text descriptiu per a cada tendència. A continuació es mostra un exemple de text referit al paràmetre 1 "Presència de les categories" i que descriu la tendència "Relació entre la presència de categories i la seva complexitat".



*Pel que fa a la presència de les categories en les fases s'observa poca variabilitat, ja que totes les categories són presents en totes les fases. Per tant, la presència de les categories de la dimensió Obertura del Sistema en les fases de la unitat didàctica del grup B no depèn de la complexitat de la categoria.*

El primer pas del procés finalitza amb l'obtenció de diferents textos: un text descriptiu i amb visió d'estat per a cadascuna de les categories, i un text descriptiu amb visió dinàmica per a cadascuns de les tendències identificades.

## (b) Pas 2. Gradient de presència de les categories

El Gradient de presència de les categories representa el desenvolupament de les categories amb relació a la tipologia d'activitats de la unitat didàctica i la seva freqüència. Se situa en una escala d'anàlisi entre l'específica i la global, i en un nivell d'anàlisi interpretatiu. Aquesta eina dona èmfasi en algunes de les característiques de les categories obtingudes en el pas 1, en concret ve determinat pel nombre de fases de la unitat didàctica on és present una categoria i la proporció d'activitats de cada fase on hi és present.

El gradient de freqüència de les categories té caràcter emergent ja que s'esdevé a partir de cinc paràmetres bàsics, que es representen en la següent figura:

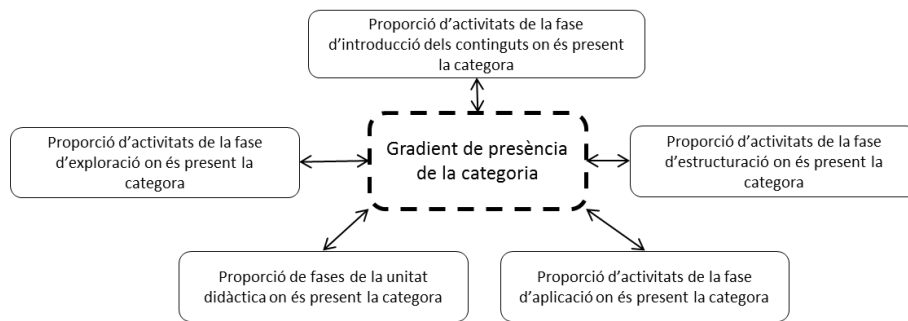


Figura 22: Emergència del gradient de presència de la categoria

Els paràmetres a partir dels quals emergeix el gradient freqüència de les categories s'obtenen a partir de l'elaboració de gràfiques de freqüències relatives que relacionen cadascuna de les categories amb les activitats i fases de la unitat didàctica.

El procediment és el següent:

1. Assignació dels valors relatius a cada paràmetre: En primer lloc se situen els valors percentuals de cada paràmetre a la casella corresponent, que vénen proporcionats per les dades preliminars obtingudes en aplicar l'instrument d'anàlisi.

Aquests valors representen la proporció d'activitats en la qual una categoria hi té presència, en funció de la fase de la unitat didàctica. I també la proporció de fases de la unitat didàctica en la qual una categoria hi té presència. Per a obtenir el valor relatiu corresponent cal recordar la quantitat d'activitats de cada fase que s'han tingut en compte per a la mostra:

	Fase d'Exploració	Fase d'Introducció	Fase d'Estructuració	Fase d'aplicació
Quantitat d'activitats	3	3	2	3

Taula 15: quantitat d'activitats de cada fase que formen la mostra

2. Assignació dels valors qualitius a cada paràmetre: En segon lloc s'assigna un valor qualitatiu al valor percentual assignat segons aquest criteri:

Valor numèric	Valor qualitatiu
0-33 %	Baix
34-66%	Moderat
67-100%	Alt

Taula 16: Relació entre el valor numèric i el valor qualitatiu per obtenir el gradient de presència de les categories

3. Obtenció del gradient de presència: el valor del gradient de presència s'obté a partir dels valors dels cinc paràmetres bàsics descrits. De manera que el gradient contempla la presència de les categories a dues escales que es complementen: d'una banda la presència a l'escala de les fases de la unitat didàctica que aporta una visió global i de l'altra l'escala al nivell de les activitats que aporta concreció als resultats. És a dir, es valora no només la presència en el conjunt de les quatre fases de la unitat didàctica sinó també en quina proporció d'activitats de cadascuna de les fases de la unitat didàctica hi són presents. Aquesta valoració permet aportar un matís més rigorós.

Finalment els resultats es recullen en una taula per a facilitar-ne la visualització. En les columnes s'hi situen els cinc paràmetres, mentre que les categories se situen en les files, tal i com es mostra en la taula següent:

	Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6	Columna 7
Encapçalament	<b>Categoria</b>	<b>% activitats de la FEX on és present</b>	<b>% activitats de la FIC on és present</b>	<b>% activitats de la FES on és present</b>	<b>% activitats de la FAC on és present</b>	<b>% fases de la unitat didàctica on és present</b>	<b>Gradient de presència de la categoria</b>
Fila 1	Nom categoria 1						
Fila 2	Nom categoria 2						
Fila n	...						

Taula 17: Taula de resultats per al Gradient de presència de les categories

Els valors del gradient de presència de la categoria van d'un valor baix, que indicaria que les categories tenen freqüències baixes, fins a un valor alt, que indicaria que les categories tenen freqüències altes, tal i com es mostra en la següent figura:



Figura 23: Valors possibles per al paràmetre Gradient de presència de les categories

A continuació es mostra un exemple d'obtenció del gradient de presència de la categoria Sistema Tancat de la dimensió Obertura del Sistema del grup B:

1. Assignació dels valors relatius

Categoria Sistema Tancat	% activitats de la FEX on és present	% activitats de la FIC on és present	% activitats de la FES on és present	% activitats de la FAC on és present	% fases de la unitat didàctica on és present
Valors absoluts	3/3	1/3	2/2	2/3	4/4
Valors relatius	100%	33%	100%	67%	100%

Taula 18: Exemple de taula d'assignació de valors relatius en el procés d'obtenció del gradient de presència de les categories

2. Assignació dels valors qualitius

Categoria Sistema Tancat	% activitats de la FEX on és present	% activitats de la FIC on és present	% activitats de la FES on és present	% activitats de la FAC on és present	% fases de la unitat didàctica on és present
Valors qualitius	Alt	Baix	Alt	Moderat	Alt

Taula 19: Exemple de taula d'assignació de valors qualitius en el procés d'obtenció del gradient de presència de les categories

3. Obtenció del gradient de presència de la categoria

L'emergència dels valors qualitius dels cinc paràmetres esdevé en el valor del gradient de presència de la categoria que és moderat-alt:

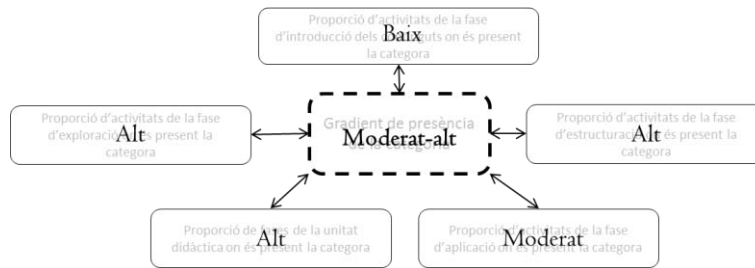


Figura 24: Exemple d'emergència del valor del gradient de presència de les categories

A continuació es mostra un exemple d'interpretació d'aquests resultats:

Una mirada global a les dades de l'exemple permet afirmar que la categoria Sistema Tancat és present en totes les fases de la unitat didàctica tal i com indica el valor de l'última columna, de manera que podria induir a assignar el valor més alt al gradient d'expressió. Ara bé, una mirada de concreció aporta la següent informació: la categoria és present en totes les activitats de la fase d'exploració i la fase d'estructuració, en dues activitats de la fase d'aplicació i en una activitat de la fase d'introducció. Per aquest motiu el gradient resultant se situaria en el moderat-alt.

El pas 2 finalitza amb l'obtenció del Gradient de presència per a cada categoria, aportant més profunditat a l'anàlisi i complementant els textos del pas 1.

(c) Pas 3. Caracterització de la dimensió

El tercer pas consisteix en una caracterització de naturalesa descriptiva de la dimensió que se situa en una escala global d'anàlisi, a partir dels valors de freqüència de les seves categories en el conjunt de la unitat didàctica. Aquests valors s'obtenen del tractament de les dades preliminars resultants de l'aplicació de l'instrument, en una gràfica de freqüències relatives de les categories en el conjunt de la unitat didàctica.

Les dimensions es descriuen a partir de sis paràmetres, que es mostren en la següent figura:

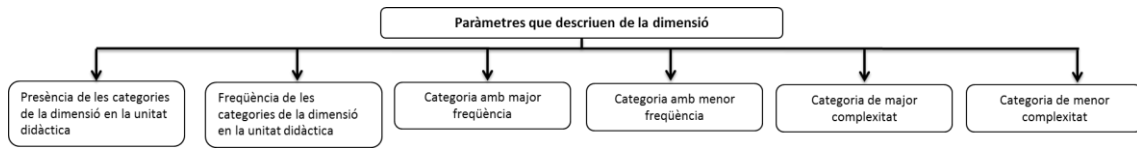


Figura 25: Paràmetres que caracteritzen la dimensió

El primer i segon paràmetres permeten conèixer quines categories, del conjunt de categories que formen la dimensió, tenen presència i en quina freqüència. D'aquesta manera es poden definir el tercer i quart paràmetres que representen les tendències majoritàries i minoritàries de freqüència de les categories. Finalment els últims dos paràmetres aporten informació sobre la complexitat en les categories: d'una banda permeten conèixer si la categoria de menor i/o major complexitat de cada dimensió és present i per tant establir quina és l'amplitud de la complexitat de la dimensió, és a dir, quina és la categoria situada en la menor complexitat i quina és la que situa la major complexitat de la dimensió.

Aquesta descripció de la dimensió aporta una visió global i d'estat de les característiques de la dimensió en el seu conjunt, i es basa principalment en la presència i la freqüència de les seves categories en el conjunt de la unitat didàctica.

El pas 3 finalitza amb l'obtenció d'un text descriptiu, amb visió estàtica i situat a l'escala macro per a cadascuna de les dimensions de l'instrument.

**(d) Pas 4. Emergència del gradient d'expressió de les dimensions**

L'últim pas del procés consisteix en l'obtenció del gradient d'expressió de la dimensió. Aquesta eina es basa en la informació aportada en els passos anteriors per això té un caràcter emergent. Concretament es basa en interpretar les característiques globals de la dimensió (pas 3) tenint en compte les característiques particulars de les seves categories (pas 1 i pas 2). En la següent figura es mostra un exemple per a la dimensió 2:

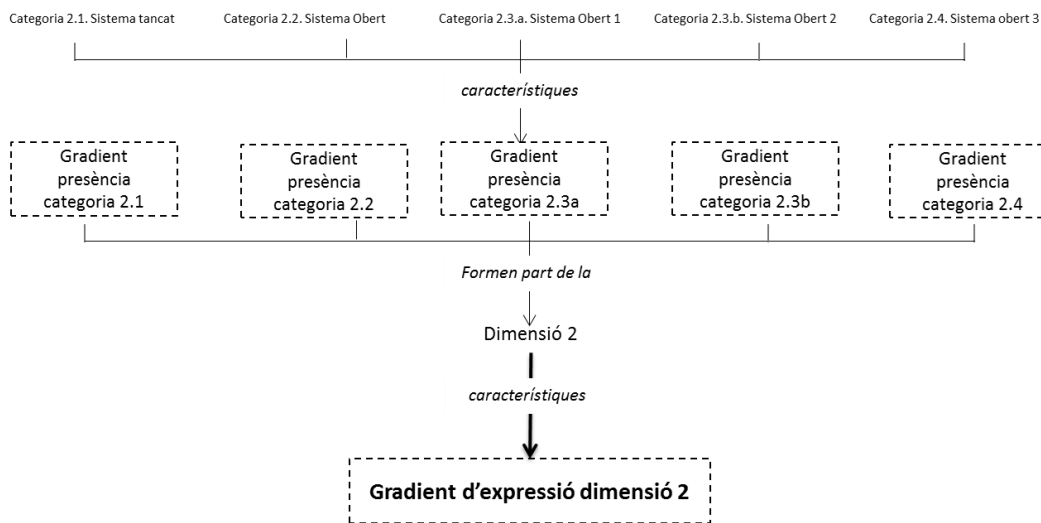


Figura 26: Exemple de representació de l'emergència del gradient d'expressió de la dimensió 2

Les característiques específiques de les cinc categories de la dimensió s'expressen per mitjà del valor del gradient de presència de cada categoria, de manera que per a aquesta dimensió en concret hi haurà cinc valors de gradient de presència, un per a cada categoria. Això correspon als passos 1 i 2. A continuació es tenen en compte les característiques globals del conjunt de la dimensió, que correspon al pas 3. Finalment, l'emergència de les característiques específiques de les categories i de les característiques globals de la dimensió s'expressen per mitjà del valor del gradient d'expressió de la dimensió, que correspon al pas 4.

El fet de tenir en compte els aspectes particulars de les categories per a interpretar les característiques de la dimensió afegeix riquesa en diversos aspectes: d'una banda integra els resultats pertanyents a diferents escales ja que les característiques de les categories reflecteixen el comportament de la dimensió en les activitats i les fases de la unitat didàctica. En segon lloc combina resultats estàtics i resultats dinàmics, permetent identificar tendències de comportament a nivell global. I finalment permet passar del nivell descriptiu al nivell interpretatiu dotant de valor afegit tot el procés.

Per tot això es pot afirmar que el gradient d'expressió de la dimensió és una eina emergent, ja que és més que la suma de les característiques de les categories que formen la dimensió, i alhora no es podria obtenir només a partir d'aquestes.

A continuació es descriu el procediment per a l'obtenció del gradient d'expressió de la dimensió:

1. Assignació de valor numèric o categoria corresponent a cada paràmetre: En primer lloc se situen els valors per a cada paràmetre en la taula, que ja s'hauran explicat en la descripció de la dimensió.
2. Assignació de valor qualitatiu a cada paràmetre: A continuació s'assigna un valor qualitatiu a aquests paràmetres segons els següents criteris:
  - En el cas d'un valor numèric es procedeix de la mateixa manera que en l'obtenció del gradient de presència de les categories, tal i com es mostra en la taula Taula 16: Relació entre el valor numèric i el valor qualitatiu per obtenir el gradient de presència de les categories
  - En el cas que el valor sigui una categoria, el valor qualitatiu es correspon al grau de complexitat d'aquesta categoria:

<b>Grau de complexitat en la categoria</b>	<b>Valor qualitatiu</b>
Categoria de complexitat baixa	Baix
Categoria de complexitat moderada	Moderat
Categoria de complexitat alta	Alt

*Taula 20: Relació entre el grau de complexitat en les categories i el valor qualitatiu assignat*

3. Interpretació dels valors obtinguts: En tercer lloc s'interpreta el valor obtingut tenint en compte la informació aportada pel gradient de les categories i per les tendències identificades. Aquesta interpretació també es representa amb un valor qualitatiu. A continuació es descriu el procediment per a dur a terme la interpretació dels paràmetres:

Paràmetre	Definició	Interpretació del paràmetre
% presència categories	Proporció de categories de la dimensió que són presents en la unitat didàctica	Es té en compte la freqüència de les categories que hi són presents, és a dir, si les freqüències de les categories són homogènies o per el contrari si són molt diferenciades.
categoria major freqüència	Categoria que té una major freqüència en el conjunt de la unitat didàctica	Es té em compte si aquesta categoria també té elevades freqüències en les fases i les activitats. I en segon lloc es valora el nivell de complexitat de la categoria que ocupa aquest paràmetre. De manera que si és una categoria de complexitat baixa se li assigna el valor baix, si és de complexitat moderada el moderat i si és de complexitat alta s'assignarà un valor més elevat. També es té en compte el seu gradient de presència.
categoria menor freqüència	Categoria que té una menor freqüència en el conjunt de la unitat didàctica	Es té em compte si aquesta categoria també té baixes freqüències en les fases i les activitats. I en segon lloc es valora el nivell de complexitat de la categoria que ocupa aquest paràmetre. De manera que si és una categoria de complexitat baixa se li assigna el valor baix, si és de complexitat moderada el moderat i si és de complexitat alta s'assignarà un valor més elevat. També es té en compte el seu gradient de presència.
Presència de la categoria de major complexitat	Presència o absència de la categoria de major complexitat de la dimensió	Es té en compte com és la presència d'aquesta categoria, és a dir, la qualitat de presència d'aquesta categoria. Aquesta informació la proporciona el gradient de presència de la categoria. De manera que si el gradient d'expressió és elevat, el valor de la categoria augmenta ja que significa que no només hi és present sinó que hi és de forma abundant i homogènia. I viceversa en el cas d'un gradient d'expressió baix.
presència de la categoria de menor complexitat	Presència o absència de la categoria de menor complexitat de la dimensió	Es té en compte com és la presència d'aquesta categoria, és a dir, si hi ha la categoria de menor complexitat i de quina manera. Aquesta informació la proporciona el gradient de presència de la categoria. De manera que si el gradient d'expressió és elevat, el valor de la categoria augmenta ja que significa que no només hi és present sinó que hi és de forma abundant. I viceversa en el cas d'un gradient d'expressió baix.

Tauleta 21: Interpretació dels paràmetres d'emergència del gradient d'expressió de la dimensió

4. Obtenció del gradient d'expressió de la dimensió: Finalment l'emergència de la interpretació dels cinc paràmetres és el gradient d'expressió de la dimensió.

Els paràmetres se situen en una taula per a permetre una millor visualització dels resultats. En la primera fila s'hi situen els paràmetres, en la segona el valor numèric o la categoria corresponent per a cada paràmetre, en la tercera fila el valor qualitatiu per a cada paràmetre i l'última fila es reserva per a la interpretació d'aquests valors. És a dir, la seva interpretació a partir de la informació dels gradients de les categories i les tendències identificades.

	Presència total de categories (%)	Categoria amb major freqüència	Categoria amb menor freqüència	Categoria de major complexitat present	Categoria de menor complexitat present
Valor numèric o categoria corresponent					
Valor qualitatiu					
Interpretació					

Taula 22: Exemple de taula de representació dels valors dels paràmetres per a l'emergència del gradient d'expressió de la dimensió

Els valors assignats al gradient d'expressió se situen des d'un valor baix, que indicaria que les categories tenen presències i freqüències baixes, fins a un valor alt, que indicaria que les categories tenen presències i freqüències altres, tal i com es mostra en la següent figura:

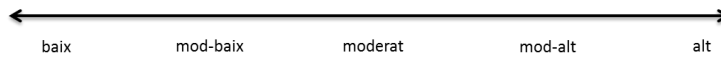


Figura 27: Valors possibles per al paràmetre Gradient d'expressió de la dimensió

A continuació se'n mostra un exemple per a la dimensió OS en la unitat didàctica del grup B:

1. Assignació del valor numèric o categoria corresponent

Dimensió Obertura del Sistema	Presència total de categories (%)	Categoria amb major freqüència	Categoria amb menor freqüència	Categoria de major complexitat present	Categoria de menor complexitat present
Valor numèric o categoria corresponent	100	SO	SR	Sí	Sí

Taula 23: Exemple del procediment d'assignació del valor numèric o categoria corresponent en l'obtenció del gradient d'expressió de la dimensió

2. Assignació del valor qualitatiu

Dimensió Obertura del Sistema	Presència total de categories (%)	Categoria amb major freqüència	Categoria amb menor freqüència	Categoria de major complexitat present	Categoria de menor complexitat present
Valor qualitatiu	Alt	Moderat	Alt	Alt	Baix

Taula 24: Exemple del procediment d'assignació del valor qualitatiu en l'obtenció del gradient d'expressió de la dimensió

3. Interpretació dels valors:

Dimensió Obertura del Sistema	Presència total de categories (%)	Categoria amb major freqüència	Categoria amb menor freqüència	Categoria de major complexitat present	Categoria de menor complexitat present
Interpretació	Alt	Alt	Moderat	Alt	Moderat

Taula 25: Exemple d'interpretació dels valors en l'obtenció del gradient d'expressió de la dimensió

Per al primer paràmetre en l'exemple s'ha mantingut el valor ja que totes les categories de la dimensió hi són presents i en freqüències força homogènies.

Per al segon paràmetre s'ha valorat a l'alça el fet que la categoria de major freqüència sigui una categoria de complexitat moderada ja que aquesta categoria té un gradient de presència elevat de manera que la seva presència és homogènia al llarg de la unitat didàctica.

Per al tercer paràmetre s'ha valorat a la baixa el fet que la categoria de menor freqüència sigui una categoria de complexitat alta, de fet, la de major complexitat dins del contínuum. Ja que tot i que hi ha presència d'una categoria de complexitat alta i amb un gradient de presència moderat aquesta hi és en la menor freqüència. Per això el seu valor en la interpretació és moderat.

Per al quart paràmetre s'ha valorat a l'alça el fet que la categoria de major complexitat present sigui la categoria de major complexitat possible. A més, aquesta categoria té un gradient de presència moderat. De manera que en la interpretació el valor es manté en alt.

Per al cinquè paràmetre s'ha valorat a l'alça el fet que la categoria de menor complexitat present, tot i ser la de menor complexitat possible, tingui un gradient de presència elevat. Això indica que la categoria és present de forma homogènia al llarg de la unitat didàctica i per tant aporta major diversitat i amplitud a l'espectre de categories presents.

#### 4. Obtenció grau expressió dimensió

	<b>Gradient expressió dimensió</b>
<b>Valor qualitatiu</b>	Moderat-alt / Alt
<b>Interpretació</b>	Alt

*Taula 26: Exemple d' Obtenció grau expressió dimensió*

El resultat del gradient d'expressió de la dimensió s'acompanya d'un text interpretatiu de síntesi que s'estructura en els següents paràgrafs:

- **Presència de categories:** en aquest paràgraf es descriuen les categories presents i absents de la dimensió, fent èmfasi en la quantitat de fases i activitats on tenen presència les categories. Es recullen les tendències identificades en els apartats anteriors.
- **Freqüència de les categories:** en aquest paràgraf es descriu la freqüència de les categories de la dimensió, destacant la categoria amb una major freqüència i la categoria amb una menor freqüència.
- **Categoria de major i menor complexitat present:** en aquest paràgraf es descriu la categoria de major i menor complexitat amb presència, fent èmfasi en si les categories dels extrems del contínuum són presents o no, per tal d'establir fins a quin punt s'ha expressat la dimensió.
- **Gradient d'expressió de les categories:** aquest paràgraf descriu els gradients d'expressió de les categories en funció del gradient de complexitat d'aquestes, per tal de poder establir, si s'escau, la relació entre gradient d'expressió i gradient de complexitat de la categoria.
- **Gradient de d'expressió de la dimensió:** finalment en aquest paràgraf es justifica a partir dels paràmetres explicats en els anteriors paràgrafs, l'emergència del gradient d'expressió de la dimensió.



El pas 4 finalitza amb l'obtenció del resultat i el text interpretatiu corresponent al gradient d'expressió de cadascuna de les cinc dimensions de l'instrument.

En resum,

El Gradient d'expressió de la dimensió ( $G_e$ ) és l'eina que permet interpretar els resultats referents a les dimensions de l'instrument d'anàlisi del pensament sistèmic i permet visualitzar en un únic paràmetre la presència, la freqüència i les tendències tant de la dimensió en el seu conjunt com de les categories. El procés d'obtenció del Gradient d'expressió de la dimensió consta de quatre passos:

Pas 1: La caracterització de les categories a partir dels valors de freqüència en les activitats i les fases de la unitat didàctica, i de la identificació de tendències de comportament.

Pas 2: El Gradient de presència de les categories ( $G_p$ ) representa el desenvolupament de les categories amb relació a la tipologia d'activitats de la unitat didàctica i la seva freqüència.

Pas 3: La caracterització de la dimensió a partir dels valors de freqüència de les categories en el conjunt de la unitat didàctica i de la identificació de tendències de comportament.

Pas 4: Emergència del gradient d'expressió de la dimensió a partir d'interpretar les característiques globals de la dimensió (pas 3) tenint en compte les característiques específiques de les seves categories (pas 1 i pas 2).

#### **IV.1.4.1.b. El Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica**

El Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica és una eina d'interpretació dels resultats que permet visualitzar en un únic paràmetre la relació de les categories en les activitats, les fases de la unitat didàctica i la unitat didàctica en conjunt. Integra diferents escales i nivells de profunditat en l'anàlisi: d'una banda l'escala específica de les activitats i les fases de la unitat didàctica i de l'altra l'escala global de la unitat didàctica. Per a cadascuna d'aquestes escales, el potencial de desenvolupament integra un nivell d'anàlisi interpretatiu que recull també els aspectes descriptius.

En la següent figura es representa el procés emergent d'obtenció del Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica:

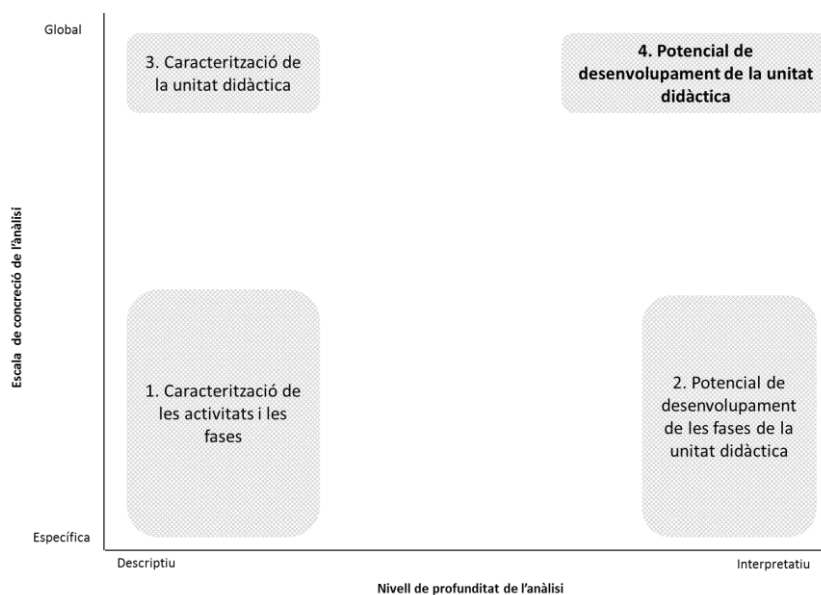


Figura 28: Emergència del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica

Així doncs en primer lloc es realitza una **caracterització de les activitats i les fases de la unitat didàctica**. Aquesta se situa en un nivell d'anàlisi descriptiu i en l'escala específica, i consisteix en una descripció de les activitats i les fases a partir dels paràmetres de freqüència i presència que hi tenen les categories. A continuació es porta l'anàlisi a un nivell interpretatiu a la mateixa escala i s'obté el **Potencial de desenvolupament de les fases de la unitat didàctica**.

En tercer lloc l'anàlisi se situa altra vegada en el nivell descriptiu però en una escala global. En aquest cas es duu a terme una **caracterització global de la unitat didàctica**, que consisteix en una descripció estàtica de la unitat didàctica com un conjunt a partir de la freqüència i la presència que hi tenen les categories.

Finalment l'anàlisi se situa novament a un nivell interpretatiu a l'escala global. Aquest quart pas consisteix en l'emergència del **Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica** i requereix dels passos anteriors per a poder obtenir-se, ja que integra les tres escales i se situa a un nivell interpretatiu que recull les aportacions realitzades en el nivell descriptiu.

A continuació es descriuen els passos per a l'obtenció del Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica i finalment s'explica com es duu a terme l'emergència del gradient.

### (a) Pas 1. Caracterització de les activitats i les fases de la unitat didàctica

El primer pas consisteix en una caracterització de les activitats i de les fases de la unitat didàctica a partir dels valors de freqüència que hi tenen les categories de la dimensió, i de la identificació de tendències de comportament. Aquests valors s'obtenen del tractament de les dades preliminars resultants de l'aplicació de l'instrument, en gràfiques de freqüències relatives i taules que relacionen les activitats de la unitat didàctica amb la freqüència de les categories.

Les activitats i les fases es descriuen a partir de sis paràmetres que es mostren en les següents figures:

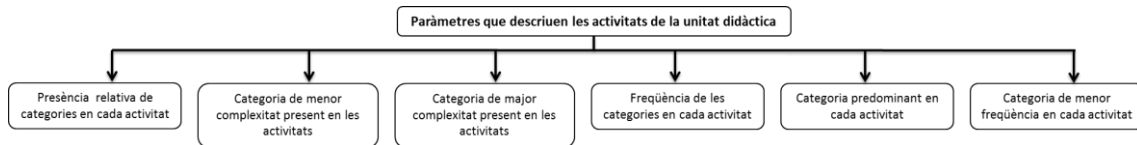


Figura 29: Paràmetres que caracteritzen les activitats

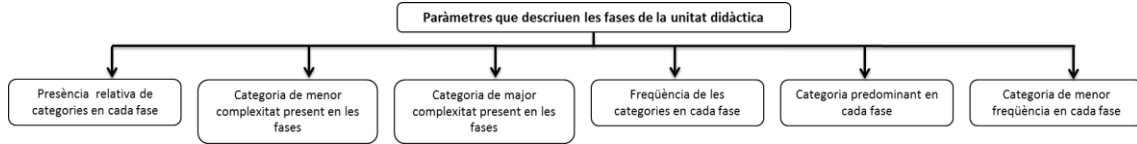


Figura 30: Paràmetres que caracteritzen les fases

Els valors per a cada paràmetre i activitat se situen en una taula de relació:

Dimensió	Paràmetre 1	Paràmetre 2	Paràmetre 3	Paràmetre 4	Paràmetre 5	Paràmetre 6
Activitat 1	→	→	→	→	→	→
Activitat 2	→	→	→	→	→	→
Activitat n	→	→	→	→	→	→
Fase	↓	↓	↓	↓	↓	↓

Taula 27: Exemple de taula d'organització dels paràmetres de caracterització de les activitats i fases de la unitat didàctica

La lectura horitzontal de la taula permet obtenir una descripció exhaustiva de les activitats i de les fases a partir dels sis paràmetres, de manera que a partir dels valors per a cada paràmetre s'obté una caracterització de tipus descriptiu que se sintetitza en un text per a cada fase de la unitat didàctica, amb un total de quatre textos per cada unitat didàctica.

La lectura vertical de la taula, en canvi, permet passar d'una descripció estàtica a una descripció dinàmica i parlar de la variabilitat dels paràmetres al llarg de les fases de la unitat didàctica aportant una visió dinàmica del comportament de la unitat a partir del procés de canvi dels paràmetre que s'han utilitzat per descriure les activitats i les fases.

Així doncs es poden definir tendències de comportament en les que es relacionen les característiques de les activitats i les fases amb les categories i la seva complexitat. A continuació es mostra una relació dels indicadors de tendències:

- Distribució de la freqüència de les categories en les activitats i les fases: aquest indicador representa si les categories de major i menor freqüència en les activitats i les fases es mantenen al llarg de la unitat didàctica o bé varien.
- Distribució de la presència de les categories en les activitats i les fases: aquest indicador permet identificar com evoluciona la quantitat de categories presents en les activitats i les fases.
- Distribució del grau de complexitat en les categories en les activitats i les fases: aquest indicador representa com es distribueixen les categories de major i menor complexitat presents al llarg de les activitats d'una mateixa fase, i al llarg de les quatre fases de la unitat

didàctica. De manera que es pot identificar si la màxima complexitat augmenta, disminueix o es manté al llarg de les activitats i les fases.

- Categoria de màxima complexitat en les activitats i les fases: a partir del primer indicador es pot identificar a quin grau de complexitat correspon la categoria de major complexitat present, és a dir, si la màxima complexitat present en les activitats i les fases correspon a una categoria de complexitat baixa, moderada o alta.

Les tendències identificades se sintetitzen en un text descriptiu per al conjunt de les activitats i fases. A continuació es mostra un exemple de text descriptiu per a l'indicador "Distribució de la presència de les categories en les activitats i les fases", Grup II, dimensió Obertura del Sistema:

*Pel que fa a la **presència de categories en les activitats**, aquesta és elevada i majoritàriament **augmenta amb les activitats de cada fase**. Podem afirmar que en quasi totes les activitats hi ha la presència de com a mínim el 60% de les categories de la dimensió.*

A continuació es mostra un exemple de text descriptiu per a l'indicador "Distribució de la presència de les categories en les activitats i les fases". Grup II, dimensió Obertura del Sistema:

*Pel que fa a la **distribució del grau de complexitat** s'observen dues tendències. En la Fase d'exploració disminueix el grau de complexitat amb les activitats de la fase, mentre que en la resta de fases el grau de complexitat augmenta amb les activitats.*

El primer pas del procés finalitza amb l'obtenció de dos tipus de textos: un text de síntesi per a les tendències identificades en les activitats agrupades per fase, i un text de síntesi per a les tendències identificades per a cadascuna de les quatre fases, de manera que en total s'obtenen vuit textos per a cada unitat didàctica.

## (b) Pas 2. Potencial de desenvolupament de les fases

El Potencial de desenvolupament de les fases relaciona les activitats i fases de la unitat didàctica amb la tipologia i qualitat de les categories d'una dimensió. Se situa en una escala entre l'específica i la global i en un nivell d'anàlisi interpretatiu. Aquesta eina emfasitza algunes de les característiques de les activitats i les fases recollides en el pas 1, en concret ve determinat per la proporció de categories de la dimensió que tenen presència en les activitats i en les fases, quines són les categories de major i menor freqüència i quines són les categories de major i menor complexitat presents en les activitats i en les fases.

El Potencial de desenvolupament de les fases és de caràcter emergent ja que s'esdevé a partir de cinc paràmetres bàsics, que es representen en la següent figura:

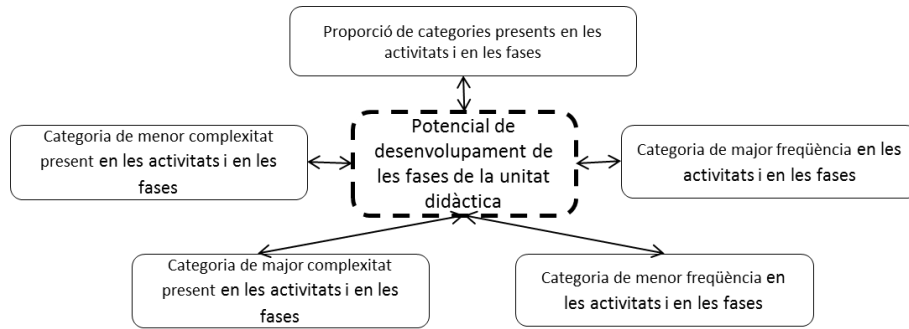


Figura 31: Emergència del potencial de desenvolupament de les fases de la unitat didàctica

El fet de tenir en compte els valors de les activitats per interpretar els resultats obtinguts per a les fases enriqueix el procés a diferents nivells: d'una banda integra els resultats pertanyents a dues escales ja que les característiques de les activitats situades a un nivell específic afecten les característiques de les fases situades en un nivell superior. D'altra banda permet aportar una visió dinàmica als resultats de les fases.

Així doncs, el potencial de desenvolupament de la fase és més que la suma de les característiques de les característiques de les activitats que en formen part, i alhora tampoc no es podria obtenir només a partir dels resultats d'aquestes.

Els paràmetres a partir dels quals emergeix potencial de desenvolupament de les fases s'obtenen a partir de l'elaboració de gràfiques de freqüències relatives que relacionen cadascuna de les activitats amb les categories que hi tenen presència.

El procediment és el següent:

1. Assignació de valor numèric o categoria corresponent a cada paràmetre: En primer lloc se situen els valors per a cada paràmetre a la casella corresponent d'una taula. Aquests valors vénen proporcionats per les dades preliminars obtingudes en aplicar l'instrument d'anàlisi i són els mateixos que s'hauran utilitzat en el pas 1 per a caracteritzar les activitats i les fases.

El primer dels paràmetres és l'únic que té valor numèric i representa la proporció de categories del total de categories que formen una dimensió que tenen presència en les activitats i en les fases. Per a obtenir el valor relatiu corresponent cal recordar la quantitat de categories que conforma cada dimensió:

	Quantitat de categories
Nivell Escalar	22
Obertura del sistema	5
Patró d'interacció	16
Flux d'agents	5
Probabilitat	3

Taula 28: Nombre de categories de cada dimensió

La resta de paràmetres fan referència a una o més categories que ocupen el paràmetre corresponent.

2. Assignació de valor qualitatiu a cada paràmetre: a continuació s'assigna un valor qualitatiu a cada paràmetre segons els següents criteris:

- En el cas d'un valor numèric es procedeix de la mateixa manera que en l'Eina 1, tal i com es mostra en la Taula 16: Relació entre el valor numèric i el valor qualitatiu per obtenir el gradient de presència de les categories
- En el cas que el valor sigui una categoria, el valor qualitatiu es correspon al grau de complexitat d'aquesta categoria, tal i com es mostra en la Taula 20: Relació entre el grau de complexitat en les categories i el valor qualitatiu assignat

Aquest pas només es realitza per als valors obtinguts per a les fases i s'escriu en les caselles corresponents a la fila anomenada "Valor qualitatiu".

3. Interpretació dels valors obtinguts: en tercer lloc s'interpreta el valor qualitatiu dels paràmetres de cada fase tenint en compte els valors dels paràmetres de les seves activitats. Aquesta interpretació també es representa amb un nou valor qualitatiu que s'escriu en les caselles corresponents a la fila anomenada "Interpretació". Aquest tercer pas permet integrar en els resultats de les fases, els resultats obtinguts en les activitats de manera que el valor final que s'obtindrà és més rigorós. A continuació es descriu el procediment per a dur a terme la interpretació dels paràmetres:

Paràmetre	Definició	Interpretació del paràmetre
% categories presents	Proporció de categories de la dimensió que són presents en les activitats i les fases	El valor de presència de les categories en el conjunt de la fase té en compte la presència de categories en les activitats. De manera que si el nombre de categories presents en les activitats és inferior al del total de la fase, es valorarà a la baixa, i viceversa. Això ocorre perquè el valor per a les fases és un valor independent al valor de presència de categories en les activitats, no és ni un sumatori ni una mitjana dels valors en les activitats.
categoria major freqüència	Categoria que té una major freqüència en cada activitat i en el conjunt de la fase	Es valora la complexitat de la categoria que ocupa aquest paràmetre, no només en el conjunt de la fase sinó també en les activitats. De manera que a major complexitat major valor en l'assignació.
categoria menor freqüència	Categoria que té una menor freqüència en cada activitat i en el conjunt de la fase	Es valora la complexitat de la categoria que ocupa aquest paràmetre, no només en el conjunt de la fase sinó també en les activitats. De manera que a major complexitat menor valor en l'assignació.
categoria de major complexitat present	Categoria de major complexitat d'entre totes les que tenen presència en cada activitat i en el conjunt de la fase	Es valora la complexitat de la categoria que ocupa aquest paràmetre, no només en el conjunt de la fase sinó també en les activitats. El valor de l'assignació va en funció de la complexitat de la categoria de manera que a major complexitat major valor i viceversa.
categoria de menor complexitat present	Categoria de menor complexitat d'entre totes les que tenen presència en cada activitat i en el conjunt de la fase	Es valora la complexitat de la categoria que ocupa aquest paràmetre, no només en el conjunt de la fase sinó també en les activitats. El valor de l'assignació va en funció de la complexitat de la categoria de manera que a menor complexitat menor valor i viceversa.

Taula 29: Interpretació dels paràmetres per a l'emergència del potencial de desenvolupament de les fases

4. Obtenció del potencial de desenvolupament de les fases: Finalment l'emergència de la interpretació dels cinc paràmetres dona com a resultat potencial de desenvolupament de les fases.

Els resultats es recullen en una taula per a facilitar-ne la visualització. En les columnes s'hi situen els paràmetres. En les files s'hi situen les activitats de cada fase, les fases i a continuació una fila per als valors qualitius de les fases i finalment una fila per als valors corresponents a la interpretació.

Activitat	% Categories presents	Categoria major freqüència	Categoria menor freqüència	Categoria de major complexitat present	Categoria de menor complexitat present
Activitat 1					
Activitat 2					
...					
Fase					
Valor qualitatiu					
Interpretació					

Taula 30: Exemple de taula on es recullen els valors per a l'emergència del potencial de desenvolupament de les fases

Els valors assignats al potencial de desenvolupament de les fases van d'un valor baix, que indicaria poca presència de categories en les activitats i fases de la unitat didàctica i/o poca complexitat en les categories presents, fins a un valor alt, que indicaria presència elevada de categories en les activitats i les fases de la unitat didàctica i/o complexitat alta d'aquestes, tal i com es mostra en la següent figura:

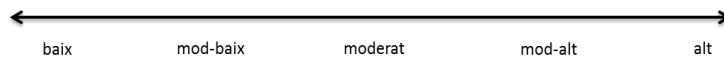


Figura 32: Valors possibles per al potencial de desenvolupament de les fases

A continuació se'n mostra un exemple per a la fase d'exploració de la unitat didàctica del grup B per a la dimensió Obertura del Sistema:

1. Assignació de valor numèric o categoria corresponent a cada paràmetre:

	% categories presents	categoria major freqüència	categoria menor freqüència	categoria de major complexitat present	categoria de menor complexitat present
Activitat 1	60%	ST / SO	SR	SR	ST
Activitat 2	100%	SE	SR	SR	ST
Activitat 3	60%	SO	ES	ES	ST
Fase d'Exploració	100%	SO	SR	SR	ST

Taula 31: Exemple d' Assignació de valor numèric o categoria corresponent en l'obtenció del potencial de desenvolupament de les fases

2. Assignació de valor qualitatiu a cada paràmetre:

	% categories presents	categoria major freqüència	categoria menor freqüència	categoria de major complexitat present	categoria de menor complexitat present
Fase d'Exploració	100%	SO	SR	SR	ST
Valor qualitatiu	Alt	Moderat	Alt	Alt	Baix

Taula 32: Exemple d' Assignació de valor qualitatiu en l'obtenció del potencial de desenvolupament de les fases

3. Interpretació dels valors obtinguts:

	% categories presents	categoria major freqüència	categoria menor freqüència	categoria de major complexitat present	categoria de menor complexitat present
Activitat 1	60%	ST / SO	SR	SR	ST

Activitat 2	100%	SE	SR	SR	ST
Activitat 3	60%	SO	ES	ES	ST
Fase d'Exploració	100%	SO	SR	SR	ST
Valor qualitatiu	Alt	Moderat	Alt	Alt	Baix
<b>Interpretació</b>	<b>Moderat-alt</b>	<b>Moderat</b>	<b>Moderat</b>	<b>Alt</b>	<b>Baix</b>

Taula 33: Exemple Interpretació dels valors obtinguts en l'obtenció del potencial de desenvolupament de les fases

A continuació es presenta un exemple d'interpretació d'aquests resultats:

Per al primer paràmetre es pot observar com en el conjunt de la fase hi ha presència de totes les categories i per tant el valor qualitatiu d'aquest paràmetre és alt. Una mirada als valors d'aquest paràmetre en les activitats de la fase permet veure que només en una de les activitats hi ha presència de totes les categories i en canvi en les altres n'hi ha el 60% (presència moderada). De manera que en interpretar el paràmetre el valor resultant serà inferior al valor qualitatiu, en aquest cas lleugerament menor i per això passa d'alt a moderat-alt.

Per al segon paràmetre la categoria amb major freqüència en el conjunt de la fase és la categoria SO, categoria de complexitat moderada i per tant el valor qualitatiu corresponent és moderat. Una mirada a les activitats permet veure que la categoria de major freqüència és diferent tot i que en la majoria dels casos també pertany a una categoria de complexitat moderada. Per això el valor per a la interpretació no canvia i es manté com moderat.

Per al tercer paràmetre el valor per a la categoria de menor freqüència de la fase correspon a la categoria SR i per tant el valor qualitatiu corresponent és alt. Els valors del paràmetre per a les activitats són en la majoria de casos el mateix o una categoria de complexitat moderada, per això es considera que el valor de la interpretació es manté ja que els valors de les activitats són molt similars. A més, en el cas d'aquest paràmetre la interpretació es duu a terme de forma inversa a la complexitat de la categoria, ja que es valora a la baixa que la categoria de menor freqüència sigui la de major complexitat possible. Per això el valor final disminueix lleugerament passant d'Alt a moderat.

Per al quart paràmetre el valor per a la fase correspon a la categoria SR i per tant el valor qualitatiu corresponent és alt. El paràmetre indica la categoria de major complexitat present i en aquest cas és la categoria de major complexitat possible. Els valors del paràmetre per a les activitats són en la majoria de casos el mateix o una categoria de complexitat moderada, per això es considera que el valor de la interpretació es manté ja que els valors de les activitats són molt similars.

Per al cinquè paràmetre el valor per a la fase i les activitats correspon a la categoria ST i per tant el valor qualitatiu corresponent és baix. En aquest cas el valor de la interpretació no varia ja que els valors per a les activitats i les fases és el mateix i perquè en aquest cas l'assignació del valor en la interpretació es realitza en funció de la complexitat de la categoria que és baixa.

#### 4. Obtenció del potencial de desenvolupament de la fase:

Potencial de desenvolupament de la fase	
Valor qualitatiu	Moderat-alt/Alt
Interpretació	Moderat-alt

Taula 34: Exemple d'Obtenció del potencial de desenvolupament de la fase

Finalment el potencial de desenvolupament de la fase sense interpretar i després de la interpretació és moderat-alt. Ja que les característiques de les activitats difereixen poc de les característiques de la fase en el seu conjunt.

El pas 2 finalitza amb l'obtenció del resultat i un text interpretatiu corresponent al potencial de desenvolupament de cada fase de la unitat didàctica, i per a cada dimensió. De manera que s'obtidran un total de 20 textos i gradients per unitat didàctica.



### (c) Pas 3. Caracterització de la unitat didàctica

El tercer pas consisteix en una caracterització de naturalesa descriptiva del conjunt de la unitat didàctica, situada a una escala global, a partir dels valors de freqüència de les categories de cada dimensió en el conjunt de la unitat didàctica. Aquests valors s'obtenen del tractament de les dades preliminars resultants de l'aplicació de l'instrument, en una gràfica de freqüències relatives de les categories en el conjunt de la unitat didàctica.

La unitat didàctica es caracteritza a partir de sis paràmetres:

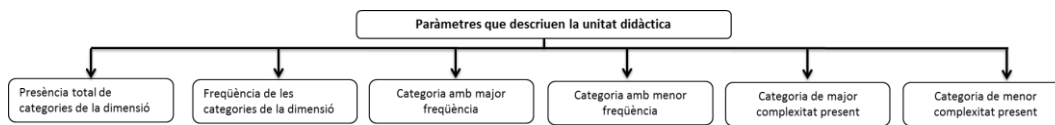


Figura 33: Paràmetres que caracteritzen la unitat didàctica

El primer i el segon paràmetres indiquen quines categories i en quina freqüència s'han manifestat en les activitats de la unitat didàctica. D'aquesta manera es poden definir el tercer i quart paràmetres que indiquen del total d'activitats de la unitat didàctica quina és la categoria de cada dimensió que s'ha manifestat amb una menor freqüència o una major freqüència. Finalment els últims dos paràmetres indiquen la qualitat de la categoria de major i menor complexitat que és present en el conjunt de les activitats i permet veure quin és l'espectre de complexitat que s'ha desenvolupat en la unitat didàctica per a cada dimensió.

Aquesta descripció de la unitat didàctica aporta una visió global i d'estat de les característiques de la unitat didàctica en el seu conjunt, i es basa principalment en la tipologia de categories que hi són presents, i en la seva freqüència.

El pas 3 finalitza amb l'obtenció d'un text descriptiu, amb visió estàtica i situat a l'escala macro per a cada unitat didàctica i dimensió, resultant en cinc textos per cada unitat didàctica.

### (d) Pas 4. Emergència del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica

L'últim pas del procés consisteix en l'obtenció potencial de desenvolupament de la unitat didàctica. Aquesta eina es basa en la informació aportada en els passos anteriors per això té un caràcter emergent. Concretament es basa en interpretar les característiques globals de la unitat didàctica (pas 3) tenint en compte les característiques particulars de les activitats i les fases (pas 1 i pas 2). En la següent figura es mostra aquesta relació:

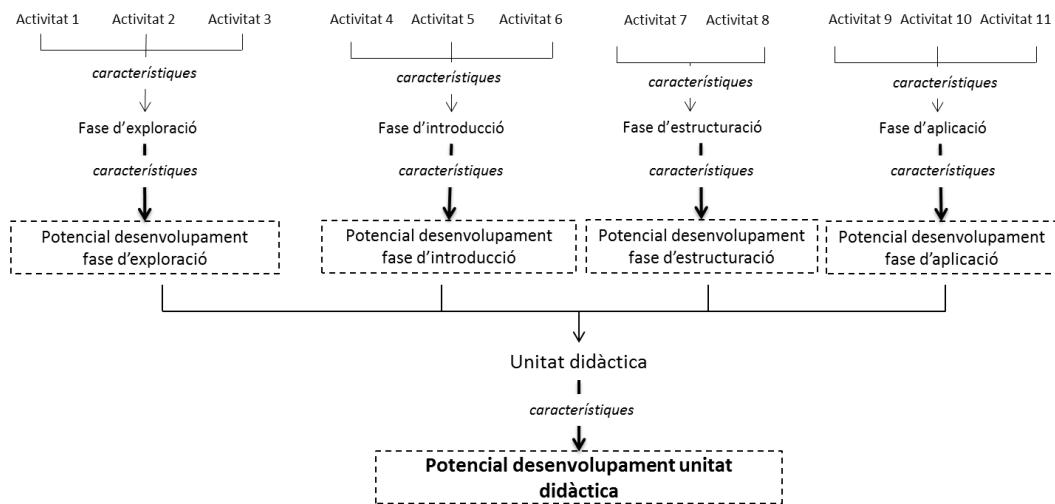


Figura 34: Rerepresentació de l'emergència del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica

Les característiques específiques de les onze activitats i les característiques específiques de les fases de la unitat didàctica s'expressen per mitjà del valor del Potencial de desenvolupament de cadascuna de les fases, de manera que sempre hi haurà quatre valors de Potencial de desenvolupament de les fases, un per a cada fase. Això correspon als passos 1 i 2. A continuació es tenen en compte les característiques globals del conjunt de la unitat didàctica, que correspon al pas 3. Finalment, l'emergència de les característiques específiques de les activitats i les fases, i de les característiques globals de la unitat didàctica s'expressen per mitjà del valor del Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica, que correspon al pas 4.

El fet de tenir en compte els aspectes particulars de les activitats i les fases per a interpretar les característiques de la unitat didàctica en el seu conjunt aporta dinamisme i rigor als resultats: permet integrar resultats de diferents escales des de l'escala específica de les activitats fins a l'escala global de la unitat didàctica en conjunt. Aquesta perspectiva a més, permet dotar l'anàlisi de dinamisme possibilitant la identificació de tendències de comportament i evolució. I finalment permet fer l'anàlisi a un nivell interpretatiu sense oblidar el nivell descriptiu. Per tot això, es pot afirmar que el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica té caràcter emergent, ja que és més que la suma de les característiques de les activitats i les fases que en formen part, i alhora tampoc no es podria obtenir només a partir dels resultats d'aquestes.

A continuació es descriu el procediment per a l'obtenció del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica:

1. Assignació de valor numèric o categoria corresponent a cada paràmetre: En primer lloc se situen els valors per a cada paràmetre en la taula, que ja s'hauran explicat en la descripció de la unitat didàctica.
2. Assignació de valor qualitatiu a cada paràmetre: A continuació s'assigna un valor qualitatiu a aquests paràmetres segons els següents criteris:
  - En el cas d'un valor numèric es procedeix tal i com s'ha explicat en els apartats anteriors i tal com mostra la Taula 16: Relació entre el valor numèric i el valor qualitatiu per obtenir el gradient de presència de les categories

- En el cas que el valor sigui una categoria, el valor qualitatiu es correspon al grau de complexitat d'aquesta categoria, segons mostra la Taula 20: Relació entre el grau de complexitat en les categories i el valor qualitatiu assignat

### 3. Interpretació dels valors obtinguts:

Paràmetre	Definició	Emergència del paràmetre
<b>% presència categories</b>	Proporció de categories de la dimensió que són presents en la unitat didàctica	Es té en compte la proporció de categories presents en les fases i en les activitats així com les seves freqüències.
<b>cat major freqüència</b>	Categoria que té una major freqüència en el conjunt de la unitat didàctica	Es té en compte la categoria de major freqüència en les fases i en les activitats. D'altra banda es valora el nivell de complexitat de la categoria que ocupa aquest paràmetre. De manera que si és una categoria de complexitat baixa se li assigna el valor baix, si és de complexitat moderada el moderat i si és de complexitat alta s'assignarà un valor més elevat.
<b>cat menor freqüència</b>	Categoria que té una menor freqüència en el conjunt de la unitat didàctica	Es tenen en compte els valors per aquest paràmetre en les fases i activitats. Així com la valoració del nivell de complexitat de la categoria que ocupa aquest paràmetre de manera que a major complexitat menor valor en l'assignació.
<b>presència de la categoria de major complexitat</b>	Presència o absència de la categoria de major complexitat possible de la dimensió	Es té en compte si la categoria de major complexitat és present en les activitats i les fases. I si no hi és, a quin nivell de complexitat correspon la categoria que ocupi aquest paràmetre de manera que a major complexitat major valor en l'assignació.
<b>presència de la categoria de menor complexitat</b>	Presència o absència de la categoria de menor complexitat possible de la dimensió	Es té en compte si la categoria de menor complexitat és present en les activitats i les fases. I si no hi és, a quin nivell de complexitat correspon la categoria que ocupi aquest paràmetre de manera que a major complexitat major valor en l'assignació.

Taula 35: Exemple d'interpretació dels valors per a l'emergència del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica

4. Obtenció del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica: Finalment l'emergència de la interpretació dels cinc paràmetres és el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica.

Els paràmetres se situen en una taula per a permetre una millor visualització i organització dels resultats. En la primera columna s'hi situen els paràmetres, en la segona columna el valor de cada paràmetre, en la tercera columna el valor corresponent al gradient i l'última columna es reserva per a l'emergència d'aquests valors. És a dir, la seva interpretació a partir de la informació dels gradients de les fases i la variabilitat.

	Presència total de categories	Categoria amb major freqüència	Categoria amb menor freqüència	Categoria de major complexitat present	Categoria de menor complexitat present
Valor numèric o qualitatiu					
Valor qualitatiu					
Interpretació					

Taula 36: Exemple d'organització dels paràmetres per a l'emergència del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica

Els valors assignats al potencial de desenvolupament se situen des d'un valor baix, que indicaria poca presència de categories en la unitat didàctica i/o poca complexitat en les categories presents,

fins a un valor alt, que indicaria presència elevada de categories en la unitat didàctica i/o complexitat alta d'aquestes, tal i com es mostra en la següent figura:



Figura 35: Valors possibles per al potencial de desenvolupament de la unitat didàctica

A continuació se'n mostra un exemple per a la unitat didàctica del grup B, en la dimensió Obertura del Sistema:

1. Assignació del valor numèric o categoria corresponent:

	Presència total de categories	Categoria amb major freqüència	Categoria amb menor freqüència	Categoria de major complexitat present	Categoria de menor complexitat present
Valor numèric o categoria	100%	SO	SR	SR	ST

Taula 37: Exemple d'assignació del valor numèric o categoria corresponent en l'obtenció del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica

2. Assignació del valor qualitatiu:

	Presència total de categories	Categoria amb major freqüència	Categoria amb menor freqüència	Categoria de major complexitat present	Categoria de menor complexitat present
Valor qualitatiu	Alt	Moderat	Alt	Alt	Baix

Taula 38: Exemple d'assignació del valor qualitatiu en l'obtenció del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica

3. Interpretació dels valors:

	Presència total de categories	Categoria amb major freqüència	Categoria amb menor freqüència	Categoria de major complexitat present	Categoria de menor complexitat present
Interpretació	Alt	Moderat	Moderat	Alt	Baix

Taula 39: Exemple d'interpretació dels valors l'obtenció del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica

A continuació es presenta un exemple d'interpretació dels resultats:

*Per al primer paràmetre, la presència i freqüència de les categories en les activitats i fases és també elevada, de manera que el valor en l'emergència es manté.*

*En el segon paràmetre s'ha valorat a l'alça que la categoria de major freqüència en el conjunt de la unitat sigui una categoria de complexitat moderada, ja que en totes les fases és una categoria de complexitat moderada, tot i que en algunes activitats aquest paràmetre correspon a una categoria de complexitat baixa.*

*En el tercer paràmetre s'ha valorat a la baixa que la categoria de menor freqüència sigui una categoria de complexitat alta, de fet, la de major complexitat dins del contínuum, ja que tot i que hi ha presència d'una categoria de complexitat alta aquesta hi és en la menor freqüència. El paràmetre en la majoria de fases no correspon a una categoria de complexitat alta pel fet que aquesta no és present. De manera que quan hi és, aquesta hi és en les menors freqüències. Per això s'ha passat d'un valor alt a un valor moderat.*

*En el quart paràmetre la categoria de major complexitat present és la de major complexitat possible (SR), com també en la meitat de les fases, però per activitats els valors es redueixen. Per això en la interpretació el valor disminueix lleugerament.*

En l'últim paràmetre la categoria de menor complexitat present és la categoria de menor complexitat possible (ST), com també en la majoria de les fases i activitats. Per això en la interpretació s'ha mantingut amb un valor baix.

#### 4. Obtenció del potencial de desenvolupament:

Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica	
Valor qualitatiu	Moderat-alt / Alt
Interpretació	Moderat-alt

Taula 40: Exemple d' Obtenció del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica

Finalment aquest resultat s'acompanya d'un text interpretatiu de síntesi que justifica el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica, i s'estructura en els següents paràgrafs:

- **Presència de categories:** en aquest paràgraf es descriuen les categories presents i absents en el conjunt de la unitat didàctica, en les fases i en les activitats, fent especial èmfasi al gradient de complexitat d'aquestes. S'aporten les tendències identificades en les fases i en les activitats.
- **Freqüència de les categories:** en aquest paràgraf es descriuen les categories de major i menor freqüència en el conjunt de la unitat didàctica, en les fases i en les activitats. S'aporten les tendències de categories predominants en les fases i les activitats relacionant-ho amb la complexitat en les categories.
- **Categoria de major complexitat present:** en aquest paràgraf es descriu la categoria de major complexitat que és present en el conjunt de la unitat didàctica, en les fases i en les activitats, fent esment de la complexitat d'aquesta categoria. També es fa esment de la freqüència d'aquesta categoria, fet que permet establir relació entre la freqüència i la complexitat de la categoria.
- **Categoria de menor complexitat present:** en aquest paràgraf es descriu la categoria de menor complexitat que és present en el conjunt de la unitat didàctica, en les fases i en les activitats, fent esment de la complexitat d'aquesta categoria. També es fa esment de la freqüència d'aquesta categoria, fet que permet establir relació entre la freqüència i la complexitat de la categoria.
- **Potencial de desenvolupament de les fases:** en aquest paràgraf fa èmfasi en el canvi dels potencials al llarg de la unitat didàctica per tal d'aportar una perspectiva dinàmica.
- **Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica:** finalment en aquest paràgraf es justifica a partir dels paràmetres explicats en els anteriors paràgrafs, l'emergència del potencial de la unitat didàctica.

El pas 4 finalitza amb l'obtenció del resultat del potencial de desenvolupament i el text interpretatiu corresponent per a cada unitat didàctica i dimensió.

En resum,

El Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica (Pu) és l'eina que permet interpretar els resultats referents a la unitat didàctica i permet visualitzar en un únic paràmetre la relació de les categories i les dimensions de l'instrument d'anàlisi en les activitats, les fases de la unitat didàctica i

la unitat didàctica en conjunt. El procés d'obtenció del Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica consta de quatre passos:

Pas 1: La caracterització de les activitats i les fases de la unitat didàctica a partir dels valors de freqüència que hi tenen les categories de la dimensió, i de la identificació de tendències de comportament.

Pas 2: El Potencial de desenvolupament de les fases (Pf) relaciona les activitats i fases de la unitat didàctica amb la tipologia i qualitat de les categories d'una dimensió.

Pas 3: La caracterització de la unitat didàctica a partir dels valors de freqüència de les categories de cada dimensió en el conjunt de la unitat didàctica.

Pas 4: L'emergència del Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica a partir d'interpretar les característiques globals de la unitat didàctica (pas 3) tenint en compte les característiques específiques de les activitats i les fases (pas 1 i pas 2).

### IV.1.4.2. Eines de representació dels resultats

En l'etapa 1.IV.a. s'ha descrit el procediment per obtenir els paràmetres que permeten caracteritzar el pensament sistèmic quan s'aplica l'instrument d'anàlisi. En aquesta etapa 1.IV.b. es descriu el procediment per a representar aquests paràmetres, amb l'objectiu de facilitar tant la visualització dels resultats com d'identificar possibles relacions o tendències entre els paràmetres.

En primer lloc es presenta una explicació general sobre el procediment per a la representació cromàtica i a continuació s'explica el procediment aplicat a cada paràmetre en concret.

#### IV.1.4.2.a. Definició del procediment general

El mètode es basa en l'assignació cromàtica a valors numèrics i/o qualitius utilitzant un eix cromàtic, que en el nostre cas és l'eix que va del vermell al blau. Tal i com es mostra en la figura següent:



Figura 36: Escala cromàtica utilitzada en la representació dels resultats

L'assignació s'efectua a partir d'una premissa general per a qualsevol valor: l'extrem vermell del gradient s'associa a valors baixos i l'extrem blau del gradient s'associa a valors alts:

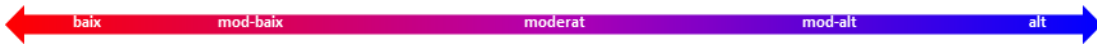


Figura 37: relació entre l'escala cromàtica i els valors associats


Així, l'assignació cromàtica s'efectua de la següent manera:

Valor numèric	Valor qualitatiu	Color
0-33 %	Baix	Verdell
34-66%	Moderat	Blau fosc
67-100%	Alt	Blau clar

Taula 41: Correspondència de valors numèrics, valors qualitius i valors cromàtics

Per a un valor numèric, per exemple, en el paràmetre que mesura la presència de categories d'una dimensió en les activitats de la unitat didàctica, si el valor és "25% de les categories de la dimensió presents", s'assignarà el color vermell perquè el valor numèric es troba en la primera franja que va del 0 al 33%.

Per a un valor qualitatiu, per exemple, en el paràmetre que mesura la presència de la categoria de major complexitat, si la resposta és "Hi ha presència de la categoria de major complexitat" s'assignaria el color blau perquè el valor qualitatiu de la categoria de major complexitat és "alt". Pel contrari, si per exemple, en el paràmetre categoria de major freqüència, si aquesta correspon a una categoria de complexitat baixa, aleshores s'assignaria el color vermell ja que el valor qualitatiu associat a aquesta categoria és baix. Es proporciona una taula amb el valor qualitatiu i el valor cromàtic corresponent de les categories per a cada dimensió que es pot consultar en l'annex , i aquí se'n mostra l'exemple per a la dimensió Obertura del Sistema:

Nom de la categoria	Valor qualitatiu	Valor cromàtic
Sistema Tancat	Baix	
Sistema Obert	Moderat	
Sistema Entorn	Moderat	
Entorn Sistema	Moderat	
Sistema Recíproc	Alt	








Taula 42: Exemple de relació de color assignat a cada categoria en funció del seu valor qualitatiu

Per als paràmetres que són l'emergència d'altres paràmetres, als quals a la vegada se'ls ha assignat un valor cromàtic, l'assignació cromàtica s'efectua en dos passos tal i com s'explica a continuació.

El primer pas consisteix en assignar el valor cromàtic als paràmetres bàsics a partir del qual emergirà el paràmetre que busquem. A aquests paràmetres que tenen valors numèrics o qualitius se'ls haurà assignat un color segons el procediment explicat més amunt.

El segon pas consisteix en definir el color del paràmetre emergent a partir del color dels paràmetres bàsics. Per a fer-ho s'ha utilitzat el sistema RGB en el qual un color està compost per una quantitat de punts de color vermell, de color verd i /o de color blau. En el nostre cas hem utilitzat l'eix cromàtic que va del vermell al blau i per tant els colors del nostre eix només estan formats per punts de color vermell i/o blau. Segons aquest sistema el valor màxim que pot tenir un color és de 255 punts.

En el nostre cas, tots els paràmetres emergents resulten de cinc paràmetres bàsics. Per tant, hem dividit 255 en 5 parts, de manera que assignarem el valor 51 a la paleta de colors cada vegada que un paràmetre sigui de color vermell o de color blau. De manera que el color resultant sempre està format per cinc parts de color i les proporcions de vermell o blau vindran determinades pels valors dels paràmetres bàsics. Les combinacions possibles són les següents:

Proporció de color vermell	Proporció de color blau	Total proporcions color	Fórmula paleta de colors	Color emergent	Valor corresponent del gradient
5	0	5	$V(5*51) + B(0*51) = 255$		Baix
4	1	5	$V(4*51) + B(1*51) = 255$		Baix
3	2	5	$V(3*51) + B(2*51) = 255$		Moderat-Baix
2,5	2,5	5	$V(2,5*51) + B(2,5*51) = 255$		Moderat
2	3	5	$V(2*51) + B(3*51) = 255$		Moderat-alt
1	4	5	$V(1*51) + B(4*51) = 255$		Alt
0	5	5	$V(0*51) + B(5*51) = 255$		Alt

Taula 43: Taula d'obtenció de color emergent

Per exemple en el cas d'un paràmetre emergent format per 2 paràmetres bàsics amb assignació cromàtica vermella i 3 amb assignació cromàtica blava:



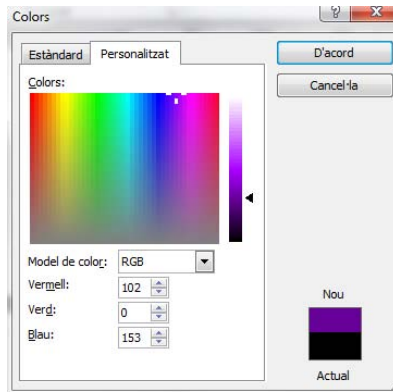


Figura 38: Exemple d'obtenció d'un color emergent en la paleta de colors RGB

En el següent diagrama es mostren les diferents combinacions possibles dins l'eix cromàtic i tenint en compte els valors qualitatius corresponents:

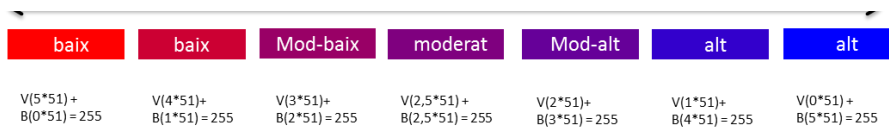


Figura 39: Diagrama de colors emergents i correspondència amb la fórmula de la paleta de colors

A continuació s'explica l'aplicació del mètode als instruments descrits en l'etapa 1.IV.a.

#### IV.1.4.2.b. Sistema de representació cromàtica aplicat al Gradient de presència de la categoria

A continuació es descriu el procediment seguit per a la representació cromàtica aplicada al paràmetre "Gradient de presència de la categoria".

##### 1. Definició dels paràmetres bàsics

Aquest pas consisteix en obtenir els valors bàsics necessaris per a l'obtenció del valor del Gradient de presència de la categoria tal i com s'ha explicat en el pas 2 de l'Eina 1, apartat 1.IV.a. El gradient de presència d'una categoria emergeix a partir de cinc paràmetres bàsics:

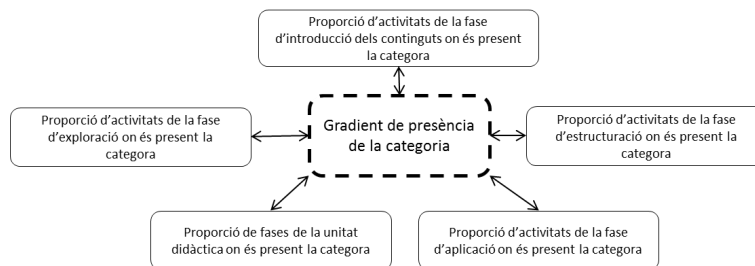


Figura 40: paràmetres a partir dels quals emergeix el gradient de presència d'una categoria

Els quatre primers tenen un valor numèric percentual en funció de la quantitat d'activitats d'una fase on la categoria hi tingui presència, i l'últim té un valor numèric percentual en funció de la quantitat de fases de la unitat didàctica on la categoria hi tingui presència.

## 2. Assignació de valor cromàtic als paràmetres bàsics

A cadascun dels paràmetres se li assigna un valor cromàtic (blau, lila o vermell) en funció del valor numèric que correspon al paràmetre tal i com s'ha mostrat en la taula "Taula de correspondència de valors numèrics, valors qualitius i valors cromàtics".

## 3. Obtenció del color del gradient de presència de la categoria

Així com el paràmetre esdevé de l'emergència de cinc paràmetres bàsics, el seu color també és el resultat de l'emergència dels colors dels paràmetres bàsics.

Per a obtenir el color del gradient de presència de la categoria s'aplicarà el mètode basat en el sistema RGB per a obtenir un color emergent a partir del color de paràmetres bàsics (veure taula d'obtenció del color emergent).

Així doncs, el color per al gradient de presència de la categoria serà el resultat emergent dels valors cromàtics blaus, vermells o liles assignats als cinc paràmetres bàsics que el constitueixen.

A continuació es mostra un exemple per a la categoria Sistema Tancat de la dimensió Obertura del Sistema en la unitat didàctica del grup II.

### 1. Definició dels paràmetres bàsics:

En primer lloc presentem la taula amb els valors numèrics per a l'assignació del gradient de presència de la categoria:

	% activitats de la FEX on és present	% activitats de la FIC on és present	% activitats de la FES on és present	% activitats de la FAC on és present	% fases de la unitat didàctica on és present
ST	100%	33%	100%	67%	100%

Taula 44: Exemple de definició dels paràmetres bàsics per a la representació dels resultats en l'obtenció del gradient de presència de la categoria

### 2. Assignació de valor cromàtic als paràmetres bàsics:

En segon lloc s'assigna el valor cromàtic a aquests valors segons la taula de correspondència de valors numèrics i cromàtics:

	% activitats de la FEX on és present	% activitats de la FIC on és present	% activitats de la FES on és present	% activitats de la FAC on és present	% fases de la unitat didàctica on és present
ST					

Taula 45: Exemple d'Assignació de valor cromàtic als paràmetres bàsics en l'obtenció del gradient de presència de la categoria

### 3. Obtenció del color emergent del gradient de presència de la categoria

Finalment per a obtenir el paràmetre emergent s'aplica la fórmula corresponent segons la quantitat de paràmetres bàsics de color vermell o blau. En l'exemple es pot observar com un dels paràmetres és de color lila, que és l'equivalent d'una meitat de color blau i una meitat de color vermell. Per tant la fórmula per a obtenir el color emergent és la següent:

$$1 \text{ part de vermell} + 3 \text{ parts de blau} + 1 \text{ part lila} (0,5 \text{ blau} + 0,5 \text{ vermell}) = 1,5 \text{ parts de vermell} + 3,5 \text{ parts de blau}$$

Que aplicat a la paleta de colors proporciona el color següent:

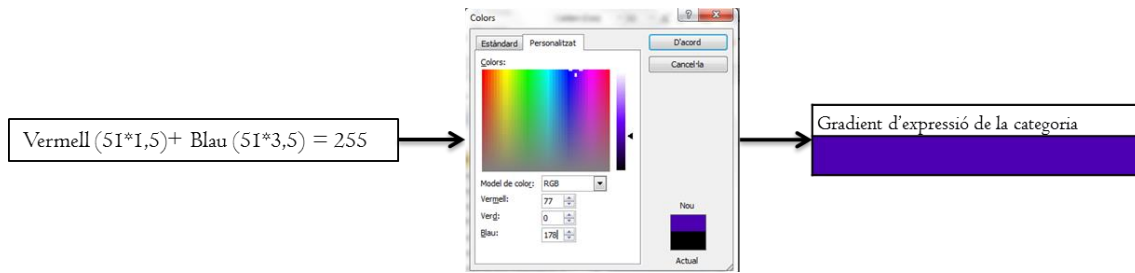


Figura 41: Exemple d'obtenció de color emergent del gradient de presència de la categoria

Corresponent a un Gradient de presència situat entre el moderat-alt i l'alt.

#### IV.1.4.2.c. Sistema de representació cromàtica aplicat al Gradient d'expressió de la dimensió

A continuació es descriu el procediment seguit per a la representació cromàtica aplicada al Gradient d'expressió de la dimensió.

##### 1. Definició dels paràmetres bàsics

El Gradient d'expressió de la dimensió emergeix a partir de cinc paràmetres bàsics:

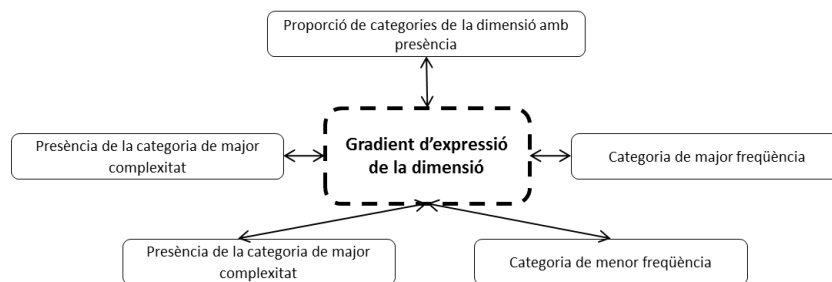


Figura 42: paràmetres a partir dels quals emergeix el Gradient d'expressió de la dimensió

Al primer paràmetre li correspon un valor numèric en funció de la quantitat de categories de la dimensió que tinguin presència en el conjunt de la unitat didàctica, mentre que a la resta els correspon un valor qualitatiu en funció de la categoria que ocupi aquell paràmetre, El procediment per a obtenir-los s'explica en l'apartat 1.IV.a. Eines d'interpretació dels resultats.

##### 2. Assignació de valor cromàtic als paràmetres bàsics

A cadascun dels paràmetres se li assigna un valor cromàtic (blau, lila o vermell) en funció del valor numèric o de la categoria que correspon al paràmetre tal i com s'ha mostrat en la taula "Taula de correspondència de valors numèrics, valors qualitius i valors cromàtics".

##### 3. Obtenció del color emergent del gradient d'expressió de la dimensió

Així com el paràmetre esdevé de l'emergència de cinc paràmetres bàsics, el seu color també és el resultat d'una emergència dels colors dels paràmetres bàsics.

Per obtenir el color del gradient d'expressió de la dimensió s'aplica el mètode basat en el sistema RGB per a obtenir un color emergent a partir del color de paràmetres bàsics (veure taula d'obtenció del color emergent).

Així doncs, el color per al gradient de presència de la categoria serà el resultat emergent dels valors cromàtics blaus, vermells o liles assignats als cinc paràmetres bàsics que el constitueixen.

A continuació es mostra un exemple per a la dimensió Obertura del Sistema en la unitat didàctica del grup II.

### 1. Definició dels paràmetres bàsics

En primer lloc es presenta la taula amb els valors numèrics i qualitius per a l'assignació del gradient d'expressió, que s'haurà obtingut aplicant els procediments descrits:

	Presència total de categories (%)	Categoria amb major freqüència	Categoria amb menor freqüència	Categoria de major complexitat present	Categoria de menor complexitat present
Valor numèric o categoria corresponent	100	SO	SR	Sí	Sí
Valor qualitatiu	Alt	Moderat	Alt	Alt	Baix
Interpretació	Alt	Alt	Moderat	Alt	Moderat

Taula 46: Exemple de definició dels paràmetres bàsics en l'obtenció del gradient d'expressió de la dimensió per a la seva assignació cromàtica

### 2. Assignació de valor cromàtic als paràmetres bàsics

En segon lloc s'assigna el valor cromàtic segons la taula de correspondència de valors numèrics i cromàtics:

	Presència total de categories (%)	Categoria amb major freqüència	Categoria amb menor freqüència	Categoria de major complexitat present	Categoria de menor complexitat present
Valor numèric o categoria corresponent	100	SO	SR	Sí	Sí
Valor qualitatiu	Alt	Moderat	Alt	Alt	Baix
Valor cromàtic I					
Interpretació	Alt	Alt	Moderat	Alt	Moderat
Valor cromàtic II					

Taula 47: Exemple d'Assignació de valor cromàtic als paràmetres bàsics l'assignació cromàtica del gradient d'expressió de la dimensió

### 3. Obtenció del color emergent del gradient d'expressió de la dimensió

Finalment per a obtenir el color emergent del gradient d'expressió s'aplica la fórmula corresponent a la quantitat de paràmetres de color vermell i blau.

En primer lloc s'aplica la fórmula per a obtenir el color emergent del gradient d'expressió abans de la interpretació (Valor cromàtic I) és:

$$1 \text{ part de vermell} + 3 \text{ parts de blau} + 1 \text{ part lila} (0,5 \text{ blau} + 0,5 \text{ vermell}) = 1,5 \text{ parts de vermell} + 3,5 \text{ parts de blau}$$

Que aplicat a la paleta de colors proporciona el color següent:

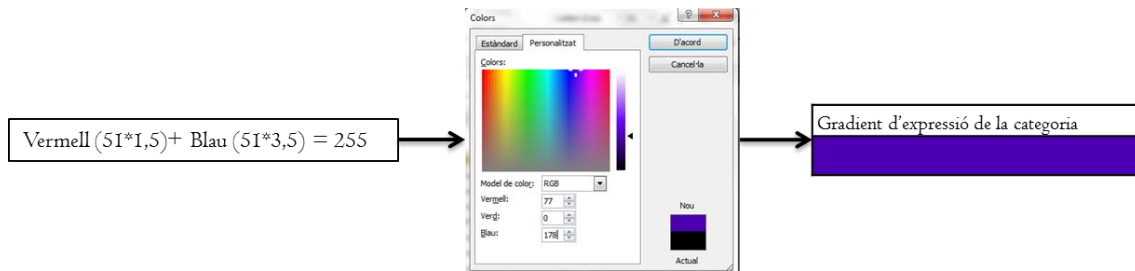


Figura 43: Exemple d'obtenció de Valor cromàtic I del gradient d'expressió de la dimensió

Corresponent a un Gradient d'expressió situat entre el moderat-alt i l'alt.

En segon lloc s'aplica la fórmula per a obtenir el color emergent del gradient d'expressió després de la interpretació (Valor cromàtic II) :

3 parts de blau + 2 liles → 4 parts de blau + 1 part de vermell

Que en la paleta de colors es tradueix de la següent manera:

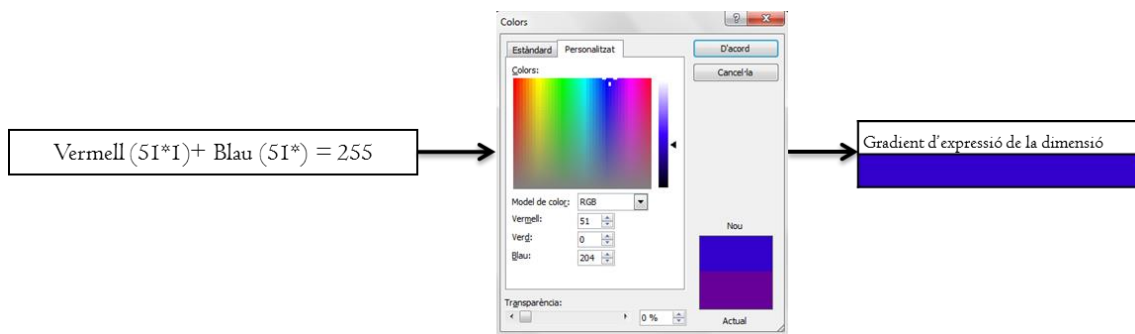


Figura 44: Exemple d'obtenció de Valor cromàtic II del gradient d'expressió de la dimensió

Corresponent a un Gradient d'expressió alt.

En l'exemple la interpretació dels valors dels paràmetres han esdevingut en un gradient superior al que s'havia obtingut en un principi. Si bé l'assignació cromàtica es podria fer únicament al valor del gradient definitiu s'ha optat per la doble assignació cromàtica ja que permet visualitzar com canvien els paràmetres quan s'interpreten tenint en compte les altres informacions.

#### IV.1.4.2.d. Sistema de representació cromàtica aplicat al Potencial de desenvolupament de les fases de la unitat didàctica

A continuació es descriu el procediment seguit per a la representació cromàtica aplicada al Potencial de desenvolupament de les fases de la unitat didàctica.

##### 1. Definició dels paràmetres bàsics

Aquest pas consisteix en obtenir els valors bàsics necessaris per a poder obtenir el valor del Potencial de desenvolupament de les fases de la unitat didàctica. El procediment s'ha explicat en l'apartat Pas 2, de l'Eina 2, apartat 1.IV.a. El Potencial emergeix a partir de cinc paràmetres bàsics:

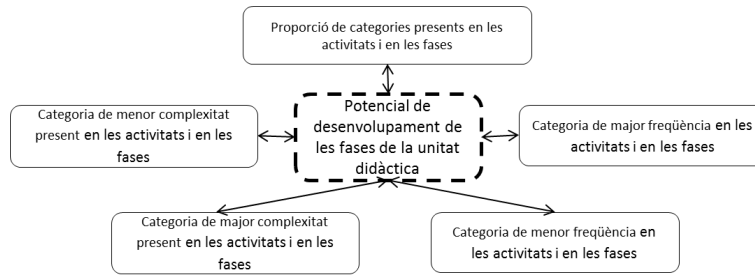


Figura 45: Paràmetres a partir dels quals emergeix el Potencial de desenvolupament de les fases de la unitat didàctica

Al primer paràmetre li correspon un valor numèric en funció de les categories d'una dimensió que hi hagi present en una activitat o una fase, mentre que a la resta de paràmetres els correspon un valor qualitatiu en funció de quina sigui la categoria que ocupa el paràmetre.

2. Assignació de valor cromàtic als paràmetres bàsics

A cadascun dels cinc paràmetres se li assignarà un valor cromàtic (blau, lila o vermell) en funció del valor numèric o de la categoria corresponent, tal i com s'ha mostrat en les taules de correspondència del en l'apartat procediment general.

3. Obtenció del color del potencial de desenvolupament de la fase

Així com el paràmetre esdevé de l'emergència de cinc paràmetres bàsics, el seu color també és el resultat de l'emergència dels colors dels paràmetres bàsics.

Per a obtenir el color del potencial de desenvolupament de la fase s'aplicarà el mètode basat en el sistema RGB per a obtenir un color emergent a partir del color de paràmetres bàsics (veure taula d'obtenció del color emergent).

Així doncs, el color per al potencial de desenvolupament de la fase serà el resultat emergent dels valors cromàtics blau, vermell o lila assignats als cinc paràmetres primaris que el constitueixen.

A continuació es mostra un exemple per a la fase d'exploració de la unitat didàctica del grup B per a la dimensió Obertura del sistema.

1. Definició dels paràmetres bàsics

En primer lloc es presenta la taula amb els valors numèrics i qualitius per a l'assignació del potencial de desenvolupament de la fase:

	% categories presents	categoria major freqüència	categoria menor freqüència	categoria de major complexitat present	categoria de menor complexitat present
Activitat 1	60%	ST / SO	SR	SR	ST
Activitat 2	100%	SE	SR	SR	ST
Activitat 3	60%	SO	ES	ES	ST
Fase d'Exploració	100%	SO	SR	SR	ST
Valor qualitatiu	Alt	Moderat	Alt	Alt	Baix
<b>Interpretació</b>	<b>Moderat-alt</b>	<b>Moderat</b>	<b>Baix</b>	<b>Alt</b>	<b>Alt</b>

Taula 48: Exemple de definició dels paràmetres bàsics en l'obtenció del Potencial de desenvolupament de les fases per a la seva assignació cromàtica

2. Assignació de valor cromàtic als paràmetres bàsics:

En segon lloc s'assigna el valor cromàtic corresponent als valors de la fase (última fila), segons la taula de correspondència de valors numèrics i cromàtics:

	% categories presents	categoria major freqüència	categoria menor freqüència	categoria de major complexitat present	categoria de menor complexitat present
Activitat 1	60%	ST / SO	SR	SR	ST
Activitat 2	100%	SE	SR	SR	ST
Activitat 3	60%	SO	ES	ES	ST
Fase d'Exploració	100%	SO	SR	SR	ST
Valor qualitatiu	Alt	Moderat	Alt	Alt	Baix
<b>Valor cromàtic I</b>					
<b>Interpretació</b>	<b>Moderat-alt</b>	<b>Moderat</b>	<b>Moderat</b>	<b>Alt</b>	<b>Baix</b>
<b>Valor cromàtic II</b>					

Taula 49: Exemple d'Assignació de valor cromàtic als paràmetres bàsics l'assignació cromàtica del Potencial de desenvolupament de les fases

3. Obtenció del color emergent del potencial de desenvolupament de la fase:

Finalment per a obtenir el color emergent del potencial de desenvolupament de la fase s'aplica la fórmula corresponent a la quantitat de paràmetres de color vermell, blau i lila.

En primer lloc s'aplica la fórmula per a obtenir el color emergent del gradient d'expressió abans de la interpretació (Valor cromàtic I) és:

$$1 \text{ part de vermell} + 3 \text{ parts de blau} + 1 \text{ part lila} (0,5 \text{ blau} + 0,5 \text{ vermell}) = 1,5 \text{ parts de vermell} + 3,5 \text{ parts de blau}$$

Que en la paleta de colors es tradueix de la següent manera:

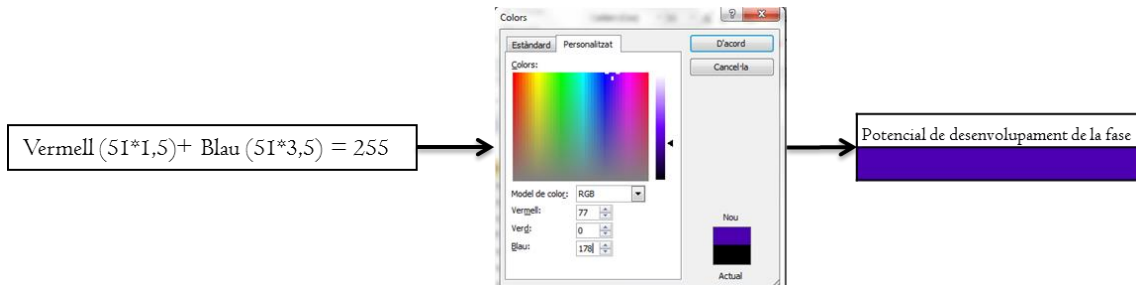


Figura 46: Exemple d'obtenció de Valor cromàtic I emergent del Potencial de desenvolupament de les fases

Corresponent a un Potencial de desenvolupament entre el moderat-alt i l'alt.

A continuació s'aplica la fórmula per a obtenir el color emergent del gradient d'expressió després de la interpretació (Valor cromàtic II) és:

$$1 \text{ part de vermell} + 2 \text{ parts de blau} + 2 \text{ part lila} (1 \text{ blau} + 1 \text{ vermell}) = 2 \text{ parts de vermell} + 3 \text{ parts de blau}$$

Que en la paleta de colors es tradueix de la següent manera:

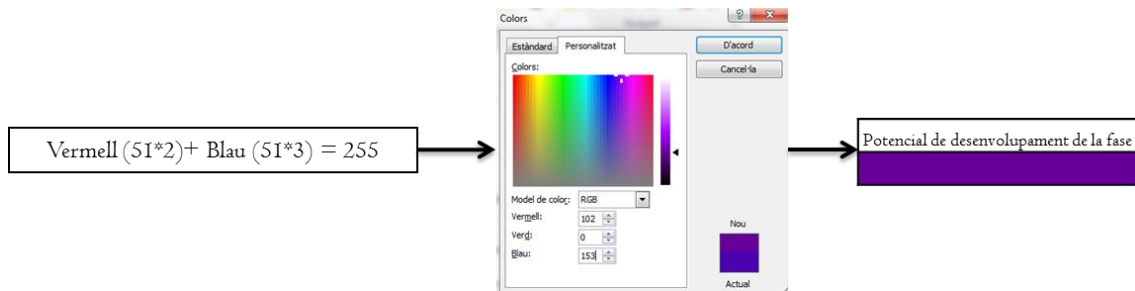


Figura 47: Exemple d'obtenció de Valor cromàtic II emergent del Potencial de desenvolupament de les fases

Corresponent a un Potencial de desenvolupament moderat-alt per a la fase d'exploració.

En l'exemple la interpretació dels valors dels paràmetres han esdevingut en un gradient inferior al que s'havia obtingut en un principi. Si bé l'assignació cromàtica es podria fer únicament al valor del gradient definitiu s'ha optat per la doble assignació cromàtica ja que permet visualitzar com canvien els paràmetres quan s'interpreten tenint en compte les altres informacions.

#### IV.1.4.2.e. Sistema de representació cromàtica aplicat al Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica

A continuació es descriu el procediment seguit per a la representació cromàtica aplicada al Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica.

##### 1. Definició dels paràmetres bàsics

El Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica emergeix a partir de cinc paràmetres bàsics :

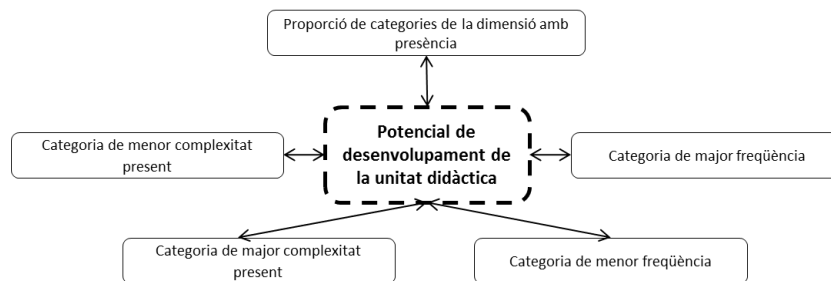


Figura 48: Paràmetres a partir dels quals emergeix el Potencial de desenvolupament de de la unitat didàctica

Al primer paràmetre li correspon un valor numèric en funció de la proporció de categories d'una dimensió que siguin presents en la unitat didàctica, mentre que a la resta els correspon un valor qualitatiu, en funció de la categoria que ocupa el paràmetre en qüestió. El procediment per a obtenir aquests valors s'ha explicat en l'apartat 1.IV.a. Eines d'interpretació dels resultats.

##### 2. Assignació de valor cromàtic als paràmetres bàsics

A cadascun dels paràmetres se li assignar un valor cromàtic (blau, lila o vermell) en funció del valor numèric o de la categoria que correspon al paràmetre tal i com s'ha mostrat en les taules de correspondència en l'apartat Definició del procediment general.

##### 3. Obtenció del color emergent del Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica

Així com el paràmetre esdevé de l'emergència de cinc paràmetres bàsics, el seu color també és el resultat d'una emergència dels colors dels paràmetres bàsics.



Per obtenir el color per al Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica s'aplica el mètode basat en el sistema RGB per a obtenir un color emergent a partir del color de paràmetres bàsics (veure taula d'obtenció del color emergent).

Així doncs, el color per al gradient de presència de la categoria serà el resultat emergent dels valors cromàtics blaus, vermells o liles assignats als cinc paràmetres bàsics que el constitueixen.

A continuació es mostra un exemple per a la unitat didàctica del grup B i la dimensió Obertura del Sistema.

1. Definició dels paràmetres bàsics

En primer lloc es presenta la taula amb els valors numèrics i qualitatius per a l'assignació del Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica, que s'haurà obtingut aplicant els procediments descrits en l'apartat 1.IV.a. Eines d'interpretació dels resultats.

	Presència total de categories	Categoria amb major freqüència	Categoria amb menor freqüència	Categoria de major complexitat present	Categoria de menor complexitat present
Valor numèric o qualitatiu	100%	SO	SR	SR	ST
Valor qualitatiu	Alt	Moderat	Alt	Alt	Baix
Valor cromàtic I					
Interpretació	Alt	Moderat	Moderat	Alt	Baix
Valor cromàtic II					

Taula 50: Exemple de definició dels paràmetres bàsics en l'obtenció del Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica per a la seva assignació cromàtica

3. Obtenció del color emergent

Finalment per a obtenir el paràmetre emergent del Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica s'aplica la fórmula corresponent a la quantitat de paràmetres de color vermell, blau i lila.

En primer lloc s'aplica la fórmula per a obtenir el color emergent del gradient d'expressió abans de la interpretació (Valor cromàtic I):

$$1 \text{ part de vermell} + 3 \text{ parts de blau} + 1 \text{ part lila} (0,5 \text{ blau} + 0,5 \text{ vermell}) = 1,5 \text{ parts de vermell} + 3,5 \text{ parts de blau}$$

Que en la paleta de colors es tradueix de la següent manera:

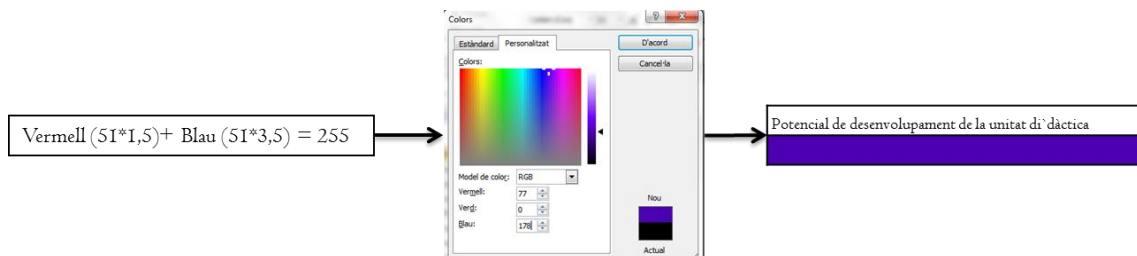


Figura 49: Exemple d'obtenció de Valor cromàtic I emergent del Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica

Corresponent a un Potencial de desenvolupament situat entre el moderat-alt i l'alt.

En segon lloc s'aplica la fórmula per a obtenir el color emergent del Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica després de la interpretació és:

$$1 \text{ part de vermell} + 2 \text{ parts de blau} + 2 \text{ part lila (1 blau + 1 vermell)} = 2 \text{ parts de vermell} + 3 \text{ parts de blau}$$

Que en la paleta de colors es tradueix de la següent manera:

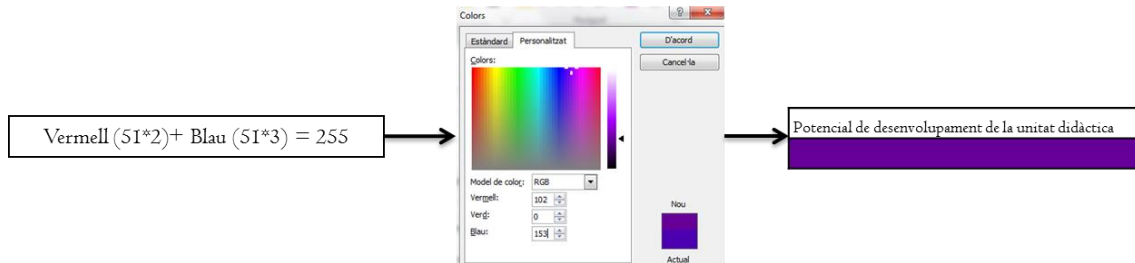


Figura 50: Exemple d'obtenció de Valor cromàtic II emergent del Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica

Corresponent a un Potencial de desenvolupament moderat-alt.

En l'exemple la interpretació dels valors dels paràmetres han esdevingut en un gradient inferior al que s'havia obtingut en un principi. Si bé l'assignació cromàtica es podria fer únicament al valor del gradient definitiu s'ha optat per la doble assignació cromàtica ja que permet visualitzar com canvien els paràmetres quan s'interpreten tenint en compte les altres informacions.

En aquest apartat s'ha presentat el disseny de l'instrument d'anàlisi del pensament sistèmic. Un instrument que es defineix en cinc dimensions estructurades a partir d'un gradient de categories situades en funció del grau de complexitat que representen. L'instrument es concreta en taules d'indicadors per a operativitzar la seva aplicació. Finalment s'han descrit les eines d'interpretació i representació dels resultats que permetran assignar un valor qualitatiu a la informació obtinguda resultant de l'aplicació de l'instrument.

#### IV.1.4.2.f. Els espais d'emergència del pensament sistèmic

L'aplicació de les eines d'interpretació i representació dels resultats permet relacionar diversos aspectes i establir tendències de comportament en funció d'aquests aspectes. Una d'aquestes tendències es configura a partir de la relació entre el grau de complexitat d'una categoria (determinat en funció del lloc que ocupa dins la dimensió) i el valor obtingut del Gradient de presència d'aquesta categoria. El creuament d'aquests dos aspectes permet assignar un valor qualitatiu a l'afavoriment del pensament sistèmic, generant espais d'emergència del pensament sistèmic que representen en la següent figura:

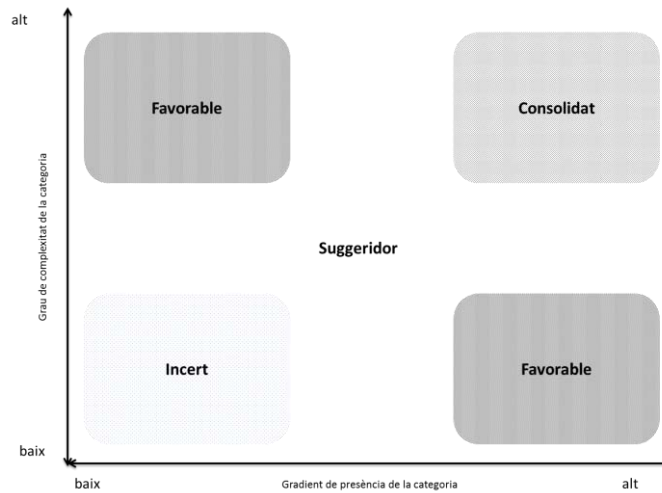


Figura 51: Representació dels espais afavoridors del pensament sistemàtic

Es defineixen quatre espais d'emergència del pensament sistemàtic, ordenats segons un gradient en funció de la capacitat d'afavoriment del pensament sistemàtic. Els espais es defineixen a partir del valor per a les dues condicions que intervenen en l'afavoriment del pensament sistemàtic el grau de complexitat d'una categoria i el valor obtingut per al Gradient de presència d'aquesta categoria:

Diversitat de valors dels espais d'emergència del pensament sistemàtic

**Espai Consolidat:** es presenten les dues condicions d'emergència del pensament sistemàtic i les dues assolixen el seu valor màxim. La categoria té un grau de complexitat alt i el valor del Gradient de presència també és alt.

**Espai Favorable:** es presenten les dues condicions d'emergència del pensament sistemàtic i una assolix el seu valor màxim. La categoria té un grau de complexitat alt però el valor del Gradient de presència és baix, o bé la categoria té un grau de complexitat baix però el valor del Gradient de presència és alt.

**Espai Suggeridor:** es presenten les dues condicions d'emergència del pensament sistemàtic però cap de les dues assolix el valor màxim. És el cas d'una categoria que té un grau de complexitat moderat i un valor del Gradient de presència baix, moderat o alt. O també el cas d'una categoria de grau de complexitat baix, moderat o alt amb un valor del gradient de presència moderat.

**Espai Incert:** no es presenta cap de les condicions o aquestes assolixen valors massa baixos com per a permetre l'emergència del pensament sistemàtic. Tot i això es podria donar aquesta emergència. És el cas d'una categoria que té un grau de complexitat baix i el valor del Gradient de presència és també baix.

Taula 51: Descripció dels espais afavoridors del pensament sistemàtic

La definició dels espais permet identificar les potencialitats i les debilitats en l'afavoriment del pensament sistemàtic, per tal de poder aportar orientacions concretes per a promoure'n el seu desenvolupament.

En resum, l'etapa 1 de disseny de l'instrument d'anàlisi del pensament sistemàtic es duu a terme a través de quatre sub-etapes. En la primera s'han definit les característiques de l'instrument corresponents a les dimensions i el gradient de categories que el formen. A continuació s'han concretat quines són les dimensions que formen l'instrument i a quines característiques del pensament sistemàtic fan referència. Seguidament s'ha presentat una versió operativa de l'instrument que permet aplicar-lo a les mostres. Finalment s'han descrit les eines d'interpretació i representació dels resultats, consistents en el Gradient d'expressió de la dimensió, el Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica i els sistemes de representació cromàtica dels resultats.

## IV.2. Aplicació de l'instrument d'anàlisi del pensament sistèmic

Aquesta segona etapa té per objectiu l'aplicació de l'instrument dissenyat i consta de quatre subetapes tal i com es mostra en la següent figura:

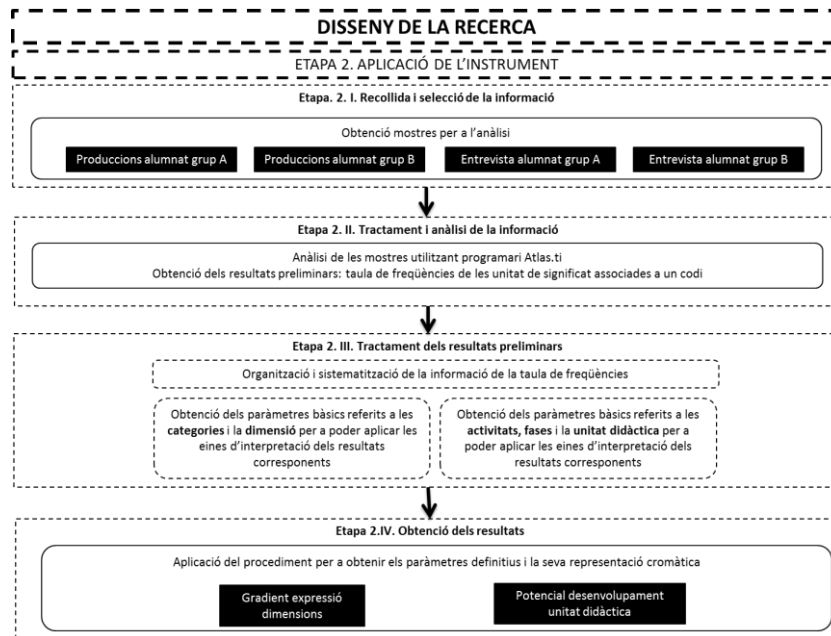


Figura 52: Esquema de l'etapa 2 del disseny de la recerca

L'etapa d'aplicació de l'instrument consta de quatre subetapes. La primera subetapa consisteix en la recollida i la selecció de la informació que finalitza amb l'obtenció de les mostres que s'analitzaran. La segona subetapa consisteix en el tractament i anàlisi de les mostres que proporcionarà uns resultats preliminars. La tercera subetapa consisteix en la sistematització i organització d'aquests resultats preliminars. Finalment la quarta subetapa consisteix en l'aplicació dels procediments descrits en l'Etapa 1 per a obtenir els resultats definitius i discutir-los.

### IV.2.1. Recollida de la informació

La majoria de recerques sobre el pensament sistèmic s'han fet amb dades de diversa naturalesa, per exemple en les recerques d'Assaraf i Orion (2005, 2010) i de Penner (2000) s'utilitzen diverses estratègies de recollida de les dades dissenyades específicament per als propòsits de la recerca: qüestionaris, observació en grups, entrevistes, registres d'àudio, dibuixos o mapes conceptuals. Cada un dels instruments va ser escollit per obtenir informació sobre una o més qüestions de la recerca. Tal i com afirma Hmelo-Silver (Hmelo-Silver & Azevedo, 2006) són necessaris diferents tipus de dades per poder tenir una completa comprensió de les complexitats relacionades amb l'aprenentatge dels sistemes. Així mateix Yin (1994) descriu com una de les característiques dels estudis de cas les múltiples fonts d'informació utilitzades en aquest tipus de recerques com ara la consulta de documents, entrevistes, observacions directes, observació participant o instruments físics dissenyats específicament per als propòsits de la recerca.

A continuació es mostra l'esquema del procés de recollida i selecció de la informació utilitzant la diversitat d'estratègies proposades:

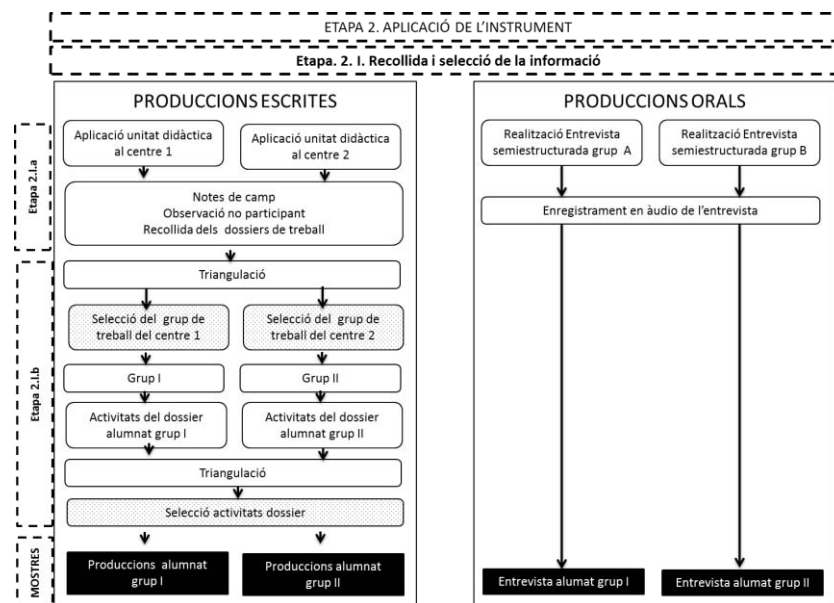


Figura 53: Esquema de l'etapa 2.I de l'aplicació de l'instrument

Així, l'etapa 2.I. de recollida de la informació consta de dues subetapes: en la subetapa 2.I.a. s'apliquen les estratègies de recollida de la informació, i en la subetapa 2.I.b. es duen a terme dos processos de selecció de la informació que finalitzaran amb l'obtenció de les mostres per a l'anàlisi.

#### IV.2.1.1. Aplicació de les estratègies de recollida de la informació

Així doncs, en aquesta recerca s'han utilitzat dues estratègies per a recollir la informació: d'una banda l'aplicació d'una unitat didàctica i per l'altra la realització d'una entrevista. Aquestes dues estratègies s'utilitzen de forma complementària i es descriuen a continuació.

##### IV.2.1.1.a. La unitat didàctica

La unitat didàctica es conceptualitza especialment per facilitar un context educatiu que faci emergir les explicacions de l'alumnat sobre els fenòmens socioambientals del seu municipi en termes de pensament sistèmic, d'acord amb els objectius plantejats per aquesta recerca. En l'Annex 5 es pot trobar una descripció detallada del procés de disseny i elaboració de la unitat didàctica.

La temàtica de la unitat didàctica consisteix en la realització d'una auditoria ambiental municipal a partir de cinc vectors de gestió ambiental proposats: qualitat atmosfèrica, qualitat acústica, gestió dels residus, mobilitat i ordenació del territori. L'alumnat realitza una diagnosi inicial de la situació ambiental del seu vector identificant les principals problemàtiques que hi puguí haver en el seu municipi, i els efectes que això genera en la qualitat ambiental. A partir d'aquí cada grup proposa actuacions per a la millora de la qualitat ambiental del vector en primer lloc i de tot el municipi després, incloent la resta de vectors. L'alumnat desenvolupa el treball de forma escrita en un dossier

individual així com en d'altres suports gràfics o visuals quan l'activitat ho requereix. En finalitzar el treball de síntesi es recullen els dossiers de treball de l'alumnat per procedir a la seva lectura i selecció.

La unitat didàctica s'aplica a dos Instituts d'Educació Secundària d'un municipi del Vallès Occidental, de la província de Barcelona durant el curs 2009-2010 en el context de realització del treball de síntesi de l'educació secundària obligatòria.

Les característiques de l'aplicació es resumeixen en el següent quadre:

Durada de l'aplicació	5 sessions de 5 hores cadascuna
Tipus d'organització de l'alumnat	Treball en grups cooperatius
Nivell educatiu de l'alumnat participant	2n i 3r cursos de la ESO

*Taula 52: Característiques de l'aplicació de la unitat didàctica*

La unitat didàctica s'aplica coincidint amb el calendari de realització del treball de síntesi de cada centre educatiu:

Data aplicació unitat didàctica	Centre educatiu	Curs	Objectiu	Format de la informació obtinguda
Març 2010	Institut 1	2n ESO	Obtenció dades	Produccions escrites de l'alumnat
Juny 2010	Institut 2	3r ESO		

*Taula 53: Calendari d'aplicació de la unitat didàctica*

L'aplicació de la unitat didàctica té una durada de cinc sessions, de cinc hores cadascuna, de manera que es duu a terme en el transcurs d'una setmana. Durant l'aplicació l'alumnat és organitzat en grups de treball. Es realitzen dues aplicacions, coincidint amb el calendari de realització cada crèdit de síntesi dels instituts. Per tant, la unitat didàctica aplicada al grup I es realitza al març del 2010 i l'alumnat participant és del 2n curs de la ESO, i la unitat didàctica aplicada al grup II es realitza al juny del 2010 i l'alumnat participant és del 3r curs de la ESO. L'objectiu de l'aplicació de la unitat didàctica és obtenir dades per a la recerca i aquestes es recullen en format de produccions escrites de l'alumnat que es troben en el dossier de treball utilitzat durant l'aplicació.

#### IV.2.1.1.b. L'entrevista

La segona estratègia utilitzada per a la recollida de la informació consisteix en la realització d'una entrevista als grups de treball. Aquesta es duu a terme per la investigadora que l'alumnat prèviament coneix ja que ha estat present durant l'aplicació de la unitat didàctica, tot i que en el paper d'observadora no participant.

En la següent taula es resumeixen les característiques de les entrevistes:

Data realització entrevista	Centre educatiu	Curs	Objectiu	Format de la informació obtinguda
Entrevista grup I: 29/06/2010	Institut 1	2n ESO	Compartir significat de les produccions de l'alumnat i aclarir els aspectes necessaris	Enregistrament àudio
Entrevista grup II: 15/06/2010	Institut 2	3r ESO		

*Taula 54: Característiques de l'aplicació de l'entrevista als grups de treball*

L'entrevista es realitza a l'alumnat en el seu grup de treball i s'efectua posteriorment a la realització de la unitat didàctica. És de caràcter semi estructurat, oberta i té l'objectiu de clarificar aspectes del dossier amb l'alumnat i s'enregistra en format àudio.

L'objectiu d l'entrevista és aclarir i compartir significats amb l'alumnat sobre treball realitzat durant el treball de síntesi. Després de llegir les activitats de l'alumnat i degut a la naturalesa de l'interès de la recerca es fa necessari consensuar amb l'alumnat els significats d'allò que han escrit per tal de poder obtenir una interpretació més rigorosa del seu treball.

El tipus d'entrevista és una entrevista semiestructurada, ja que es pretén crear un ambient el més confortable possible per a l'alumnat evitant en tot moment que se senti avaluat o jutjat. Per això l'entrevista té un caràcter de conversa oberta, sense la presència de preguntes tancades. Tot i així es redacta una petita guia per a la persona entrevistadora que té com a objectiu assegurar-se que es discuteixen alguns aspectes concrets que són rellevants per als objectius de la recerca.

L'entrevista comença proposant a l'alumnat recordar el treball a partir de recuperar un mural que van construir el primer dia d'aplicació de la unitat didàctica.

Com veiem la nostra ciutat? Com em sento a Rubí? Què m'agrada i què no m'agrada de la ciutat on visc?  
Què vol dir parlar de medi ambient, quins aspectes inclou i com es relacionen ...

D'aquesta manera es contextualitza l'entrevista i se situa el punt de partida de la conversa en el treball fet per l'alumnat. S'anima l'alumnat a recordar el crèdit de síntesi, les sensacions que han tingut en iniciar-lo, etc.

A continuació es repassa el dossier d'activitats, fent especial èmfasi en algunes activitats que només amb el text escrit són més difícils d'interpretar. Principalment són les activitats pertanyents a les fases d'introducció dels continguts i d'estructuració.

Text experts (heu entès els textos, què us han semblat)

Mapa conceptual (explicar els enllaços)

Proposta del grup del vector (explicar-la una mica)

Finalment es dedica l'última part de l'entrevista a comentar les propostes d'actuació per a la millora de la qualitat ambiental a partir de l'observació i explicació del seu graffiti (activitat d'aplicació), fent èmfasi en els aspectes utilitzats per a la justificació d'aquesta proposta.

Amb relació als objectius de la proposta:

Per què penseu que **és important** aquest aspecte que heu escollit?

Viabilitat de les actuacions:

**Com** penseu que es podria dur a terme aquesta actuació? (Per exemple, reduir el preu del transport públic)

**Qui** penseu que s'hauria d'encarregar de dur a terme aquesta actuació? (Per exemple, repartir bosses de roba per anar a comprar)

**Amb relació als efectes:**

**Quins efectes** penseu que tindria la vostra proposta? (Per exemple, augmentar els contenidors farà que la gent recicli més?)

Quina certesa/ en què us baseu/ quines **evidències** utilitzaríeu per afirmar que... (Si dones bosses de roba la gent no utilitzarà les de plàstic, si augmentes els contenidors la gent reciclarà més?)

Com explicaríeu que la vostra proposta tindrà els **efectes desitjats**? (Per exemple, fer carrers per a vianants disminueix el soroll)

De l'aplicació de l'entrevista el tipus d'informació obtinguda consisteix en la conversa que es desenvolupa durant la realització de l'entrevista.

#### **IV.2.1.1.c. Validesa i fiabilitat de les estratègies de recollida de la informació**

S'entén que una estratègia de recollida de la informació és vàlida si permet recollir informació pertinent amb els objectius de la recerca.

En aquest sentit es justifica la validesa de la unitat didàctica a partir de les publicacions amb revisió externa on s'ha publicat la unitat didàctica, les presentacions en congressos amb revisió per parells de la unitat didàctica, i la validació per part d'experts en didàctica de les ciències i educació ambiental (Grup Complex i Grup LIEC del Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals de la Universitat Autònoma de Barcelona).

L'entrevista aporta fiabilitat si s'entén que fiabilitat és el gradient en que les dades recollides per l'investigador representen el que realment passa en la situació natural que s'està estudiant (Gorgorió, 2005). Atès que la finalitat de l'entrevista és actuar com a estratègia complementària, per seguir resultats inesperats, per validar altres mètodes o per aprofundir en els resultats obtinguts per altres mètodes, l'entrevista valida el que els alumnes escriuen durant l'aplicació de la unitat i ajuden a reduir el biaix que hi pugui haver en la interpretació per part de la investigadora.

#### **IV.2.1.2. Selecció de la informació**

Les característiques de la recerca (un estudi de cas dins el paradigma interpretatiu) requereixen recollir el màxim d'informació possible per després fer-ne una reducció aplicant criteris específics. En el cas d'aquesta recerca s'executen dos processos de selecció del conjunt de la informació recollida, que s'expliquen a continuació.

##### **IV.2.1.2.a. Primera selecció de les dades: selecció dels grups**

En finalitzar l'aplicació de la unitat didàctica es disposa dels dossier de treball de l'alumnat que hi ha participat: dos grups classe de 2n i 3r cursos de la ESO.

Per dur a terme la selecció dels grups que esdevindran la mostra s'efectua una triangulació entre les notes de camp preses per la investigadora durant l'aplicació, l'equip educatiu que l'ha aplicada, les característiques del treball escrit de l'alumnat i de l'entrevista. En la següent figura es representa la relació dels criteris:





Figura 54: Criteris de selecció dels grups de la mostra

Les característiques del treball de l'alumnat fan referència als següents aspectes:

- Realització de totes les activitats del dossier per part de tots els membres del grup
- Qualitat de la informació obtinguda (intel·ligibilitat del redactat)

Les característiques de l'entrevista fan referència als següents aspectes:

- Participació de la majoria de membres del grup en l'entrevista
- Qualitat de la informació obtinguda (qualitat de so de l'entrevista i intel·ligibilitat de la conversa)

Després d'aplicar aquests criteris es seleccionen dos grups, un per cada centre:

**GRUP I:** Compost per cinc alumnes de 3r d'ESO que realitzen el crèdit de síntesi el març del 2010.

**GRUP II:** Compost per set alumnes de 2n d'ESO que realitzen el crèdit de síntesi el juny del 2010.

La motivació principal per dur a terme la selecció de la informació respon a la naturalesa qualitativa interpretativa d'aquesta recerca, i per tant al fet que es prioritza l'obtenció de mostres de qualitat i la profunditat de l'anàlisi per sobre de l'obtenció de gran quantitat de mostres que busquin una anàlisi més superficial. Amb la finalitat de poder descriure un fenomen exhaustivament, per tal d'obtenir una millor comprensió general a posteriori i poder fer generalitzacions si s'escau (Stake, 1995).

#### IV.2.1.2.b. Segona selecció de les dades: selecció de les activitats

Un cop s'han escollit els grups que esdevindran la mostra es fa una revisió de les activitats del dossier i se'n fa una selecció després de triangular les activitats amb els objectius de la recerca, la qualitat de la informació i la representativitat de totes les fases del cicle d'ensenyament-aprenentatge. En la següent figura es mostra la relació dels criteris de selecció de les activitats:



Figura 55: Criteris de selecció de les activitats de la mostra

La rellevància de la relació entre l'objectiu de l'activitat i l'objectiu de la recerca rau en el fet que en aquesta recerca es pretén caracteritzar el pensament sistèmic, de manera que el primer filtre

consisteix en seleccionar aquelles activitats on explícitament el seu context tingui a veure amb l'expressió del pensament sistèmic. A més, s'escullen activitats que representin les quatre fases del cicle d'ensenyament-aprenentatge. Finalment es té en compte la qualitat de la informació escrita en els dossier.

Després d'aplicar els criteris de selecció de les activitats, de les 25 que hi ha al dossier i que s'han recollit inicialment, 11 activitats passen a formar part de la mostra.

Les produccions de l'alumnat provenen de l'aplicació de la unitat didàctica i consisteixen en la realització de les activitats proposades en el dossier de treball. Del total d'activitats del dossier són 11 les que formen la mostra de la recerca.

En la taula següent es descriuen les activitats, la relació amb l'objectiu de la recerca i el tipus d'informació recollida. Les activitats s'han re-enumerat per tal d'obtenir números consecutius començant des del número 1 i fins el número 11, per a facilitar la seva lectura i organització en els resultats, tal i com es mostra a continuació:

Fase	Títol Activitat	Número activitat com a mostra	Objectius activitat	Relació amb objectiu recerca	Tipus d'informació recollida
EXPLORACIÓ	ACTIVITAT 2 Quin graffiti representaria la teva ciutat?	1	Com veiem la nostra ciutat? Com, m'hi sento? Què m'agrada i què no m'agrada de la ciutat on visc? Què vol dir parlar de medi ambient, quins aspectes inclou...	Valorar quins components del pensament sistèmic apareixen en l'opinió inicial sobre el municipi on viuen	Descripcions de la ciutat a partir d'aspectes relacionats amb la qualitat ambiental i l'estat del medi ambient en general.
	ACTIVITAT 4 De què parlem quan parlem de...	2	Entrar en contacte amb el vector ambiental, pensar què vol dir, què s'espera d'ells amb relació al vector, activar els coneixements necessaris	Explicitar les idees prèvies sobre el vector ambiental	Frases descriptives a partir d'omplir la pauta proposada a partir de les quals descriu els principals components del vector ambiental. A continuació s'estableixen relacions entre el seu vector ambiental i alguns d'altres.
	ACTIVITAT 5 La teva opinió ens interessa	3	Concreció del tema de la unitat: el medi ambient de la teva ciutat, què t'agrada i què canviaries?	Valorar quins components del pensament sistèmic apareixen en l'opinió inicial sobre el municipi on viuen amb relació al vector ambiental	Frases descriptives de l'estat del medi ambient al seu municipi, en general primer i en concret del seu vector ambiental a continuació. A continuació l'alumnat explica si canviaria algun aspecte amb relació al que han descrit. Per exemple:

INTRODUCCIÓ DELS CONTINGUTS	ACTIVITAT 9 Una nova visió, nous punts de vista	4	Introduir les idees clau per treballar els diferents vectors ambientals: Idea de sistema Estructura del sistema Intercanvi de matèria i energia Normativa ambiental Diversitat de formes	Posar de manifest quins continguts s'han introduït i quins no. Idees que els han semblat més rellevants	Definicions o explicacions de conceptes responen a les preguntes de comprensió lectora
	ACTIVITAT 10 Una pregunta, quantes respostes?	5	Comunicar a la resta del grup el que hem treballat amb el grup d'experts. Com que ho han d'explicar als companys cal que ho hagin entès prèviament. Justificar una decisió/acció a partir dels continguts científics treballats	Identificar aquells continguts que utilitzen per justificar una decisió	Justificacions de posicionaments que la majoria de vegades inclouen alguns aspectes treballats en el text del seu propi vector i en alguns casos s'estableixen relacions amb aspectes d'altres vectors.
	ACTIVITAT 11 Endreçar les idees	6	Estructurar els continguts treballats de forma individual	Identificar relacions entre diferents vectors ambientals	Definicions i frases afirmatives curtes seguint les orientacions d'una pauta.
ESTRUCTURACIÓ	ACTIVITAT 20	7	Quines accions del teu dia a dia tenen a veure amb el teu vector?	Identificar aquells continguts que relacionen amb les pròpies accions quotidianes de cada dia	Justificació de la relació d'activitats quotidianes amb el seu vector ambiental. En algunes ocasions s'utilitzen continguts treballats en les activitats anteriors i en d'altres no.
	ACTIVITAT 21 Nosaltres, com ho vivim?	8	Orientar la tasca cap a les accions de la vida quotidiana relacionant amb el propi vector i el que hem fet en les altres sessions	Identificar aquells continguts del seu vector que relacionen amb d'altres vectors ambientals	Relació d'activitats proposades amb el propi vector ambiental a partir dels continguts treballats i en algunes ocasions també s'estableixen relacions amb altres vectors.
APLICACIÓ DELS CONTINGUTS	ACTIVITAT 22 L'acció és estratègica	9	Elaborar les seves línies estratègiques a partir de tot el treballat en les sessions anteriors	Permet l'emergència dels components més significatius del pensament sistèmic treballats amb relació al propi vector ambiental	Descripció de les fortaleses i les debilitats del municipi amb relació a cada vector. A continuació seguint una pauta proposada l'alumnat proposa una línia estratègica a seguir, que compta amb objectius concrets i actuacions per a poder dur-les a terme.

Taula 55	ACTIVITAT 24 Pla d'Acció Local	10	Elaborar el Pla d'Acció Local a partir del diàleg entre les diferents propostes de cada vector ambiental Justificar la proposta seguint una pauta	Permet l'emergència dels components més significatius del pensament sistèmic treballats a escala local: amb relació a la qualitat ambiental del municipi	Text justificatiu que acompanya la proposta d'actuació. Les propostes inclouen aspectes dels diversos vectors, de manera que les justificacions també inclouen els continguts treballats per als diferents vectors, relacionats entre ells.
	ACTIVITAT 25 I si això fos un graffiti?	11	Aplicació de la proposta realitzada a una forma comunicativa innovadora i significativa: el graffiti	Permet l'emergència dels components més significatius del pensament sistèmic treballats a escala global, situant el municipi en l'eix temporal.	Transcripció de l'exposició oral que l'alumnat fa en grup

Taula 56: Relació de les activitats escollides per a la mostra

En la següent taula es codifiquen les activitats i l'entrevista a analitzar de cadascun dels grups:

MOSTRA GRUP I	MOSTRA GRUP II	
Activitat 1.1	Activitat 11.1	FEX
Activitat 1.2	Activitat 11.2	
Activitat 1.3	Activitat 11.3	
Activitat 1.4	Activitat 11.4	FIC
Activitat 1.5	Activitat 11.5	
Activitat 1.6	Activitat 11.6	
Activitat 1.7	Activitat 11.7	FES
Activitat 1.8	Activitat 11.8	
Activitat 1.9	Activitat 11.9	
Activitat 1.10	Activitat 11.10	FAC
Activitat 1.11	Activitat 11.11	
Entrevista Grup I	Entrevista Grup II	

Taula 57: Codificació de les activitats i l'entrevista com a mostra de la recerca

En finalitzar l'aplicació de les estratègies de recollida de la informació s'obté informació de distinta naturalesa: d'una banda l'aplicació de la unitat didàctica permet obtenir les activitats realitzades per l'alumnat i de l'altra s'obté informació a partir de l'aplicació de l'entrevista. Per tant la mostra consisteix en les produccions de l'alumnat corresponents a onze activitats dels dos grups i a la realització de l'entrevista dels dos grups.

## IV.2.2. Tractament i anàlisi de la informació

Amb les mostres de la recerca definides i acotades es procedeix al tractament i anàlisi de la informació per tal d'obtenir unes dades preliminars. Aquest procés respon a la necessitat de transformar la informació recollida en informació manipulable per a poder ser analitzada. Aquesta transformació, evidentment, respon a criteris de forma i no del contingut de la informació.

Existeixen diversitat d'estratègies a l'hora d'aproximar-se a les dades. La manera com la persona investigadora s'hi aproxima ve donada pels objectius de la recerca i els resultats que espera obtenir.

En aquesta recerca s'ha optat per l'anàlisi del contingut com a estratègia per aproximar-se a les dades i que és coherent amb els objectius de la recerca.

L'anàlisi del contingut és una de les estratègies més utilitzades i amb gran trajectòria en la recerca qualitativa en ciències socials (Bernard & Ryan, 2010; Mayring, 2000; Piñuel Raigada, 2002; Roberts, 2001) i especialment en els estudis de casos (Kohlbacher, 2006) i s'entén com un conjunt de mètodes que permet analitzar i codificar sistemàticament dades de naturalesa qualitativa (Bernard & Ryan, 2010), i que permet obtenir pautes d'interpretació i establir relacions entre variables.

Aquest procés consta de diverses etapes que es descriuen a continuació i que coincideixen amb el desenvolupament de l'etapa 2.II d'aplicació de l'instrument:

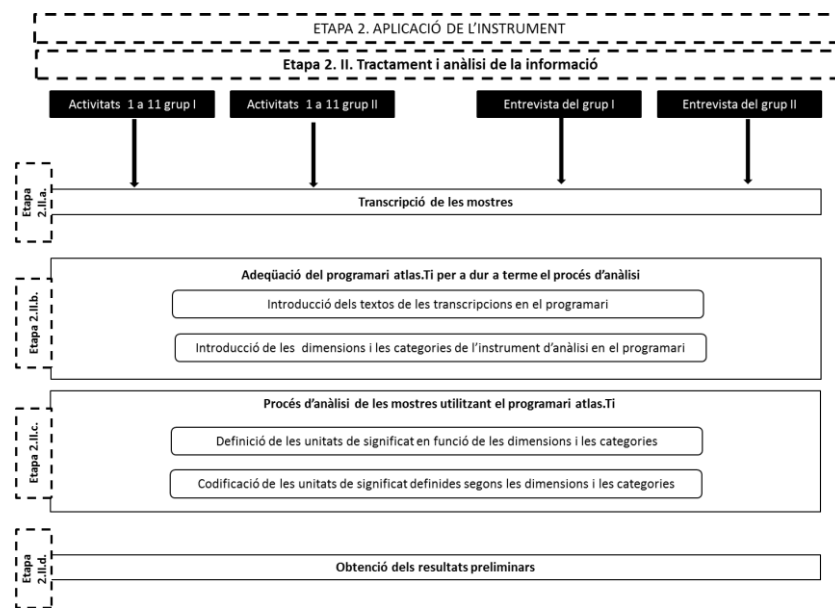


Figura 56: Esquema de l'etapa 2.II de l'aplicació de l'instrument

L'etapa 2.II. de tractament i anàlisi de la informació consta de quatre sub-etapes- En la primera es duu a terme la transcripció de les mostres i que esdevindran el conjunt de textos que són rellevants per a respondre els objectius i la finalitat de la recerca. En la segona subetapa es realitza una preparació del programari Atlas.ti amb el qual es farà l'anàlisi, i que consisteix en introduir en el programari els textos transcrits i les categories i dimensions de l'instrument d'anàlisi. La tercera sub-etapa consisteix en el propi procés d'anàlisi que es divideix en la identificació d'aquells fragments rellevants del text que són especialment interessants per a la recerca, i en la codificació d'aquests segments de significativitat. Finalment, en la quarta sub-etapa s'obtenen els resultats preliminars derivats del procés d'anàlisi i en la qual la informació analitzada es sistematitza i s'agrupa en taules.

#### IV.2.2.1. Transcripció de la informació obtinguda

La primera etapa en el procés de tractament de la informació consisteix en transcriure la informació recollida, és a dir, les onze activitats escrites de l'alumnat i l'entrevista de cada grup enregistrada en àudio.

Segons quin sigui l'interès d'una investigació es duu a terme un tipus de transcripció o un altre. La transcripció no és un procés trivial, cal realitzar-la correctament ja que sinó es pot perdre

informació, es poden distorsionar les dades o reduir-ne la complexitat. Inevitablement però, una transcripció serà selectiva ja que un text no podrà reflectir totalment la complexitat del fenomen transcrit.

El significat de les paraules en una transcripció pot ser molt diferent del que tenien en la situació inicial pel fet que en transcriure estem *traduint* un text que va ser creat en un context amb un sistema de normes (orals i interpersonal) a un nou context amb un altre sistema de normes (llenguatge escrit). Per això cal fer especial atenció als elements extratextuals. Aquests han d'estar descrits per tal de minimitzar la pèrdua de complexitat en la transcripció.

En l'anàlisi del contingut el text és l'intermediari que serveix a l'investigador per conèixer un fenomen de la mà dels participants. L'interès de l'anàlisi del contingut és el fenomen en sí mateix com un producte final, però no pas el procés de construcció del fenomen (Verd, 2009). Per tant, el focus se situa més en el què s'està dient, que no pas en el com s'està dient. La finalitat de l'investigador és comprendre un fenomen a partir del testimoni dels participants de manera que el text s'utilitza com a vehicle entre el participant i l'investigador. El text no és l'objecte d'anàlisi com a tal, és a dir, no és tractat com un continent d'un missatge, sinó que la riquesa del que s'analitza estaria a fora d'aquest continent, és a dir, en les ments dels participants que han produït aquests missatges, textos, discursos o documents que analitzem (Piñuel Raigada, 2002).

Per a l'estratègia de l'anàlisi del contingut l'interès és el missatge que hi ha al text que descriu un fenomen. En aquesta recerca el missatge que interessa extreure del text són els components significatius del pensament sistèmic. Per això, pel que fa als elements extratextuals pels objectius d'aquesta recerca no és necessari transcriure'ls tots. És a dir, elements del tipus el to de veu del participant, el seu estat d'ànim, la disposició de l'alumnat a la classe, la relació entre els membres d'un mateix grup o el ritme de la parla no són rellevants per als objectius i finalitat d'aquesta investigació. Per tant es prescindeix de la informació fonològica i no verbal.

Aquesta sub-etapa 2.II.a. finalitza per tant amb la transcripció de les onze activitats de cada grup i la transcripció de les dues entrevistes.

#### **IV.2.2.2. Adequació del programari Atlas.ti per dur a terme el procés d'anàlisi**

En aquesta recerca s'ha optat per utilitzar programari informàtic de suport per a l'anàlisi de les mostres. Existeixen diversitat de programes informàtics que poden col·laborar a aquesta labor i s'anomenen "Programaris per a l'anàlisi de dades qualitativa assistida per ordinador" (CAQDAS - Computer Assisted Qualitative Data Analysis Software, en anglès).

El programari utilitzat en aquest recerca és Atlas.ti en la seva versió 5.0 (Scientific Software Development GmbH, 2004.)

Aquest programari permet facilitar a l'investigador la tasca de selecció d'unitats de significats, l'assignació de les categories o d'altres procediments característics del procés d'anàlisi, però no pas substituir-lo: un ordinador no pot "llegir" interpretativament un text.

Els CAQDAS permeten estructurar el treball, interaccionar amb les dades de forma propera, explorar els textos, codificar segments de text que posteriorment es poden recuperar, buscar regularitats o diferències, realitzar anotacions amb reflexions de l'investigador i vincular-les als codis o els segments de text, entre d'altres funcions (Lewins & Silver, 2006; Lewis, 2004; Mayring, 2000; Piñuel Raigada, 2002).

L'ús d'aquest programari ajuda a sistematitzar la tasca analitzadora, permet enregistrar anotacions durant el procés d'anàlisi, estructurar-les i recuperar-les posteriorment, fet que dota de més rigor aquest procés. Permet comparar senzillament les unitats de significat codificades en el procés de verificació d'assignació dels codis, ajudant a triangular en cas que sigui necessari.

Per tal de poder utilitzar el programari Atlas.ti, la persona investigadora hi ha de fer un treball previ d'adequació del mateix a la pròpia recerca. Aquest procés consisteix principalment en introduir els textos que s'hauran d'anàlitzar i en introduir les categories de l'instrument que serviran per a fer l'anàlisi dels textos.

El tipus de fitxers que resulten de treballar amb Atlas.ti s'anomenen Unitats Hermenèutiques i estan compostes de diversos elements com ara, els documents primaris (les transcripcions), les cites (els segments de significativitat), els codis (les categories d'anàlisi), les famílies (agrupacions de categories, en el nostre cas són les dimensions), entre d'altres. El tractament i anàlisi de la informació es duu a terme en dues unitats hermenèutiques diferents, una per cada grup.

Per tal de poder començar a treballar amb el programari es procedeix en primer lloc a introduir els textos de les transcripcions, i en segon lloc s'introdueix el sistema de dimensions i categories de l'instrument d'anàlisi.

En primer lloc s'introdueixen els textos transcrits que conformen la mostra i que s'anomenen *documents primaris*. En aquest cas els documents primaris de cada unitat hermenèutica són dotze: un per a cada activitat més l'entrevista. Tal i com es mostra en la següent figura:

Id	Name	Media	Quotations	Author	Created	Modified	Usable	Origin	Location	Families
P 1	ACT2MOVIRUBLrtf~	Rich Text	5	Super	11/07/20...	28/06/20...	***	<HUPATH...	***	Exploració
P 2	ACT4MOVIRUBLrtf~	Rich Text	35	Super	11/07/20...	29/06/20...	***	<HUPATH...	***	Exploració
P 3	ACT5MOVIRUBLrtf~	Rich Text	10	Super	11/07/20...	29/06/20...	***	<HUPATH...	***	Exploració
P 4	ACT9MOVIRUBLrtf~	Rich Text	5	Super	11/07/20...	29/06/20...	***	<HUPATH...	***	Introducció de conti...
P 5	ACT10MOVIRUBLrtf~	Rich Text	4	Super	11/07/20...	13/05/20...	***	<HUPATH...	***	Introducció de conti...
P 6	ACT11MOVIRUBLrtf~	Rich Text	8	Super	11/07/20...	29/06/20...	***	<HUPATH...	***	Estructuració
P 7	ACT20MOVIRUBLrtf~	Rich Text	2	Super	11/07/20...	26/09/20...	***	<HUPATH...	***	Estructuració
P 8	ACT21MOVIRUBLrtf~	Rich Text	20	Super	11/07/20...	15/05/20...	***	<HUPATH...	***	Estructuració
P 9	ACT22MOVIRUBLrtf~	Rich Text	20	Super	11/07/20...	04/07/20...	***	<HUPATH...	***	
P10	ACT24MOVIRUBLrtf~	Rich Text	9	Super	11/07/20...	17/07/20...	***	<HUPATH...	***	
P12	ACT25MOVIRUBLrtf~	Rich Text	5	Super	11/07/20...	29/06/20...	***	<HUPATH...	***	
P14	entrevista en grup movirubi.bt~	Rich Text	20	Super	11/07/20...	04/07/20...	***	<HUPATH...	***	

Figura 57: Documents primaris de la Unitat Hermenèutica del grup II

La nomenclatura dels documents primaris no coincideix amb la numeració de les activitats en tots els casos ja que és el propi programari que assigna el nom al document primari en funció de l'ordre

amb el qual s'afegeixen a la unitat hermenèutica. LA nomenclatura dels documents primaris es correspon a les mostres de la següent manera:

Nomenclatura document primari	Correspondència mostra
P1	Activitat 1
P2	Activitat 2
P3	Activitat 3
P4	Activitat 4
P5	Activitat 5
P6	Activitat 6
P7	Activitat 7
P8	Activitat 8
P9	Activitat 9
P10	Activitat 10
P12	Activitat 11
P14	Entrevista

Taula 58: Correspondència entre la nomenclatura dels documents primaris i les mostres en la unitat hermenèutica del grup II

A continuació s'introdueix el cos de categories per a poder realitzar l'anàlisi de les mostres. Cadascuna de les categories s'anomena *codi*, i s'estructura a partir de l'instrument d'anàlisi del pensament sistèmic. Així per a l'exemple es mostren els codis pertanyents a la dimensió 2, però en el conjunt de la Unitat Hermenèutica hi hauria totes les categories de les cinc dimensions de l'instrument.

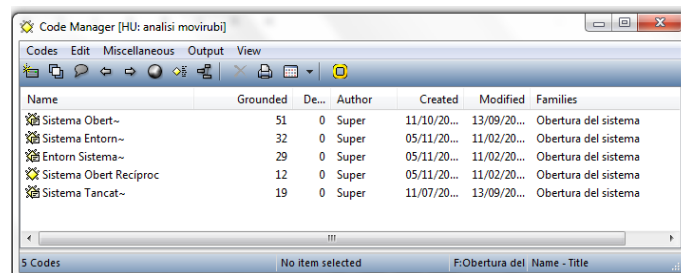


Figura 58: Introducció dels codis de la dimensió 2 a la unitat hermenèutica del grup II

En aquest punt la informació necessària per poder fer l'anàlisi es troba en els fitxers del programari i es pot iniciar el procés d'anàlisi.

### IV.2.2.3. Definició i codificació de les unitats de significat utilitzant el programari Atlas.ti

Aquesta etapa es divideix en dues parts. Un cop s'han definit els textos que seran analitzats i aquests s'han introduït en el programari és necessari identificar aquells fragments rellevants del text que són especialment interessants per a la recerca. En segon lloc, un cop identificats els segments de text rellevants es procedirà a la seva codificació.

#### IV.2.2.3.a. Definició de les unitats de significat

Una unitat de significat és una part concreta de les dades recollides, que aporta informació rellevant per a l'estudi, més enllà de la lectura immediata de les dades i té significat per ella mateixa, és a dir, és interpretable sense informació addicional, exceptuant la comprensió del context (Gorgorió,



2005). La selecció de les unitats de significat depèn dels objectius de la investigació i de la naturalesa de les dades que s'han d'analitzar.

Es poden establir diferents tipus d'unitats de significat en funció de quins siguin els objectius i interessos de la recerca (Roberts, 2001). El sentit de les unitats de significat és dividir tot el text que es té en unitats significatives i manipulables per la recerca. Per tant, la significativitat d'aquestes unitats de text serà determinada pels objectius de la recerca. El tipus d'unitats seleccionades pot influir notablement en els resultats de la investigació (Del Rincón, n.d.).

Per als objectius i interès d'aquesta recerca els segments de text rellevants són aquells on hi apareixen interaccions que tenen lloc en els processos de qualitat ambiental urbana. Per tant, només es consideren unitats o segments de significativitat aquells fragments del text on s'hi estableixen interaccions, de manera que la resta de fragments del text esdevé automàticament no significativa i per tant no es té en compte dins el còmput d'unitats de significat. La següent figura representa el procés de definició de les unitats de significativitat:

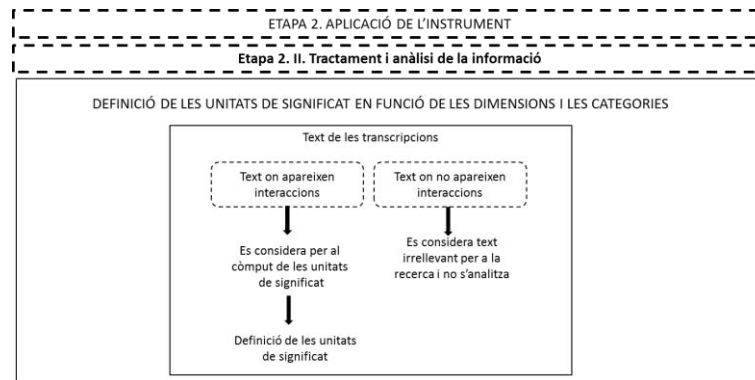


Figura 59: Procés de definició de les unitats de significat

A continuació se'n mostren alguns exemples:

"La paraula *festa* té a veure amb la nostra pregunta perquè [les festes] no contaminen l'aire però és contaminació acústica" (GRUP II\_2:3)

"La quantitat de residus depèn molt de la quantitat de persones, ja que quan més persones més residus" (GRUP I\_14:5)

"Jo crec que encara que el cotxe sigui més contaminant surt a compte perquè els (...) gasten menys combustible, llavors no gasta tants diners, no emet tant de CO<sub>2</sub>, estàs més bé perquè respirem millor aire i el teu nivell de vida és millor" (GRUP I\_15:1)

També es consideren unitats de significat l'enumeració de causes sense enumerar efectes:

"A mi m'agrada perquè té moltes zones verdes però no té zones d'oci, no és molt gran i és molt tranquil·la i a vegades no m'agrada la tranquil·litat. Hi ha moltes indústries i oficines a les afores i per això no molesten, crec que a Rubí està cada cosa ben situada. M'agradaria que posessin coses d'oci com cinema, discoteques, restaurants, etc..." (GRUP II\_3:6)

"La mobilitat està bé ja que hi ha transport públic. Hi ha deixalles però la gent està més conscienciada. El territori no és tant gran però està molt ben repartit. Hi ha zones verdes, les plantes i els arbres absorbeixen el CO<sub>2</sub> i expulsen l'oxigen." (GRUP II\_3:8)

No són unitats de significat, en canvi, les descripcions d'accions:

"A. Mm... quan acabes d'això, de menjar, hi ha molts residus. Després l'altre. La gent quan va a llençar la *basura*, bueno els... com es diu: els residus, no?"

M. Mm..

A. Eh.. alguna cosa sempre cau i això és un residu. Bueno, sempre embruta.

M. Ah vale. I això que dius que quan acabes de menjar queden molts residus.

A. Si.

M. Què fas amb aquests residus?

A. Dons els llences això, a la... a la basura. I després vas al... surts al carrer i ho llences al... al container.”

( GRUP I\_P22\_: línies 179 a 184)

Tampoc són fragments rellevants aquelles frases que estableixen relacions de significat o sinonímia. En l'exemple l'alumne proporciona un exemple d'un tipus de contaminació:

“La paraula *contaminant* té a veure amb la nostra pregunta perquè pot ser la contaminació acústica”

(GRUP I\_P12: línia 20)

Un fragment on no s'explicita cap relació amb el vector ambiental tampoc es considera rellevant:

“Passar el cap de setmana al Pallars té a veure amb el soroll perquè per relaxar-se.”

(GRUP II\_P8: línia 42)

Ni aquelles que són tautologies (té a veure perquè té a veure):

“Bueno, això del soroll té que veure amb el medi ambient perquè els cotxes i les... ambulàncies poden afectar el medi ambient. “

(GRUP I\_P22: línia 15)

El procés de selecció de segments de significativitat consisteix en llegir les transcripcions i identificar aquells fragments rellevants segons els criteris que s'acaben d'explicar. Un cop identificats se seleccionen i es marquen en el text. Aquests fragments s'anomenen *cítes*. El programari emmagatzema les coordenades del text en funció de la línia a la qual pertany de manera que posteriorment es pot recuperar.

En la següent figura es mostra com en el text transcrit corresponent al document primari P3 (activitat 3) s'ha seleccionat un fragment de text que és rellevant:

“Que Rubí té un medi ambient bo comparat amb altres ciutats properes. NO hi tenim gaire contaminació, que prové dels cotxes i contaminació acústica.”

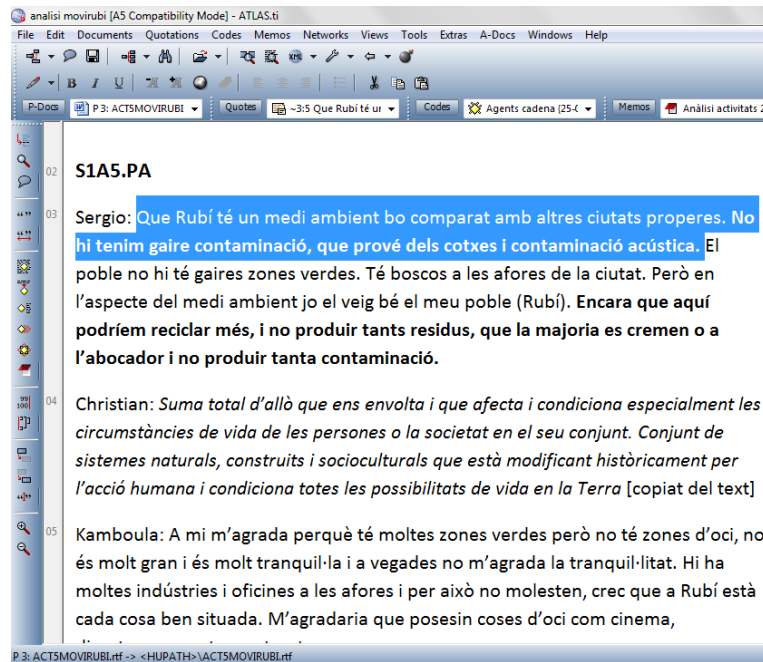


Figura 60: Exemple de selecció dels segments de significativitat en les mostres utilitzant el programari atlas.ti

L'aplicació d'aquests criteris porta a definir un total de 300 unitats de significat. En els objectius de la recerca s'explicita la voluntat de caracteritzar el pensament sistèmic, quan és expressat, és per això que la significativitat de les unitats passa necessàriament per la presència o l'expressió del pensament sistèmic. Si s'hagués volgut estudiar si en el desenvolupament d'activitats hi ha presència o no del pensament sistèmic aleshores s'hauria tingut en compte tot el text, tant el que té presència de pensament sistèmic com el que no en té.

#### IV.2.2.3.b. Codificació de les unitats de significat utilitzant el programari Atlas.ti

Un cop definides les unitats de significat per a l'anàlisi es procedeix a l'assignació de les categories i les dimensions de l'instrument d'anàlisi a aquestes unitats. Aquest procés s'anomena codificació.

El procés de codificació a partir de les categories teòricament establertes és la part clau de l'anàlisi i la que dóna entitat a l'anàlisi del contingut (Thomas, 2009). L'èxit del procés de codificació rau en la possibilitat de relacionar els codis a posteriori i per tant influirà en el gradient d'aprofundiment de la interpretació i de la riquesa dels resultats que s'obtingran. Per això és important diferenciar entre indexar i codificar: *Indexar* implica únicament identificar (i classificar) les unitats d'anàlisi que es consideren rellevants però *codificar* implica l'existència de variables i categories determinades a priori, i connectades al marc teòric (Verd, 2009).

A més, codificar té dues funcions principals:

- Identificar informació relativa a les dades per a poder-la manipular durant el procés d'interpretació i per recuperar-la quan vulguem exemplificar els resultats.
- Elaborar conceptualment un sistema de constructes interpretatius que esdevé més sofisticat a mesura que avancem en l'anàlisi ( en el cas d'un enfocament inductiu).

Així, seguint l'exemple del segment seleccionat en el pas anterior s'hi associa una categoria per a cada dimensió. De manera que cada unitat de significat resultarà associada a cinc categories, una per cada dimensió. En la següent figura se'n mostra un exemple:

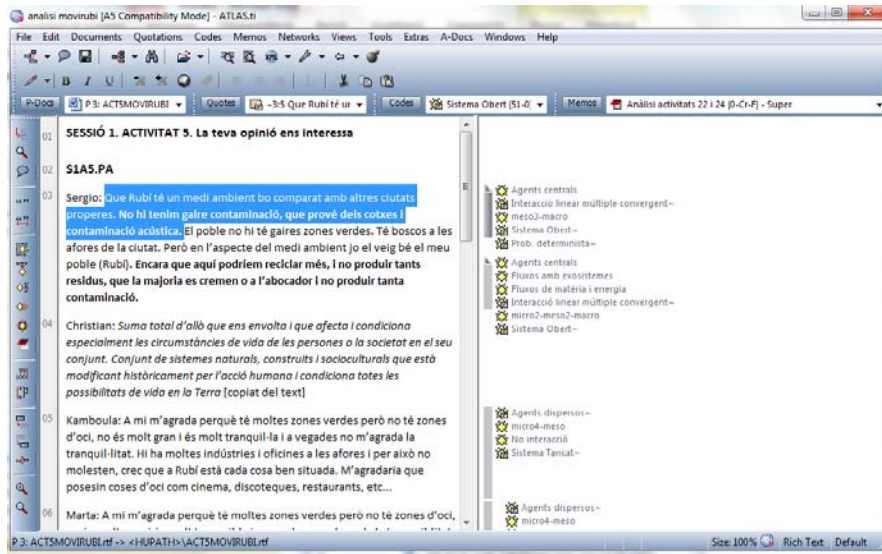


Figura 61: Exemple de codificació d'un segment de significativitat utilitzant el programari atlas.ti

A continuació s'il·lustra amb dos exemples el procés de codificació dut a terme en aquesta recerca.

Exemple 1:

"Viure a Rubí i anar a l'institut a Terrassa té a veure amb la gestió del territori perquè no estaria ben organitzat i per tant la gent hauria de marxar." (GRUP II\_8:19)

En la següent figura es mostra un esquema de la codificació i a continuació es justifica.



Figura 62: Exemple 1 de codificació d'una unitat de significat

Els codis associats a aquesta unitat de significat són:

Dimensió	Codi	Justificació
Nivell Escalar	Meso-macro	Identificació del sistema de referència, en aquest cas era Gpstió del territori quan diuen "no estaria ben organitzat" (nivell meso) Identificació de l'entorn, en aquest cas l'exterior a la ciutat on la gent "hauria de marxar" (nivell macro)
Obertura del sistema	Sistema obert	Identifica una relació entre el sistema (gestió del territori del municipi on viuen) i el seu entorn (el lloc on la gent haurà de marxar").
Patró d'interacció	Interacció dòmino	Identifica causes i efectes relacionats en forma de dòmino.: una causa esdevé efecte d'una segona causa. En aquest cas la causa 1 és "viure a Terrassa i anar a l'institut a Rubí"

		genera un efecte 1: una mala organització. Aquesta mala organització esdevé causa i genera un nou efecte: la gent hauria de marxar.
Flux d'Agents	Agents cadena	Els components que participen en la interacció dòmino estan relacionats entre ells mitjançant una cadena de causalitat
Probabilitat	Probabilitat Determinista	L'assegurança que "la gent hauria de marxar" no deixa lloc a l'atzar o la indeterminació.

Taula 59: Justificació de codis associats a una unitat de significat, exemple 1

Exemple 2:

"No hi hauria tanta contaminació. Amb un horari de reducció de trànsit i amb l'increment de zones verdes, i la incorporació de nous sistemes de transport per els vianants, com lloguer de bicis, carrers més amples, tindriem molts menys residus." (GRUP 1\_21:23)



Figura 63: Exemple 2 de codificació d'una unitat de significat

Els codis associats a aquesta unitat de significat són:

Dimensió	Codi	Justificació
Nivell Escalar	Micro-Meso4-macro	Identificació d'un component estructurant(micro) del sistema de referència així com altres sistemes (meso4), situats en un entorn (macro). En aquest cas el sistema de referència és la qualitat de l'aire, ja que comencen dient "No hi hauria tanta contaminació". Quan diuen contaminació sense res més sempre es refereixen a la contaminació atmosfèrica. El component estructurant d'aquest sistema qualitat de l'aire és el procés de la contaminació. Els altres sistemes identificats són: Mobilitat: al parlar de reducció del trànsit i el nou sistema de transport per a vianants com el lloguer de bicis Gpstió de territori: al parlar de l'increment de zones verdes i els carrers més amples Gpstió de residus: fan referència a la reducció de residus
Obertura del sistema	Sistema obert 2	Identifica una relació entre el sistema i el seu entorn. La relació va de l'entorn cap al sistema, és a dir, l'entorn té capacitat per modificar el sistema: les accions que es desenvolupen en els altres sistemes (augment de zones verdes i habilitació de bicicletes) modificaran el comportament del sistema de referència (disminuirà la contaminació)
Patró d'interacció	Interacció lineal múltiple	Diverses causes: L'augment de zones verdes, la reducció del trànsit i l'augment de bicicletes Provoquen diversos efectes: disminuiran la contaminació i els residus
Flux d'Agents	Agents xarxa	Els components es relacionen entre ells formant una xarxa
Probabilitat	Probabilitat Determinista	Identifiquen sense dubtar quines seran les conseqüències de les accions planificades

Taula 60: Justificació de codis associats a una unitat de significat, exemple 2

El procés de codificació finalitza quan tots els segments de significativitat identificats han estat codificats a partir de les categories de les dimensions de l'instrument d'anàlisi. El procés de codificació es realitza per a les 300 unitats de significat utilitzant el programari Atlas.ti. Això permet aportar rigor en el procés de codificació ja que les decisions preses a l'hora d'assignar els codis a les unitats de significat queden enregistrades com a anotacions en el programari. Això possibilita efectuar revisions a posteriori per part d'altres investigadors amb qui es consensua i valida el sistema de codificació.

#### IV.2.2.4. Obtenció dels resultats preliminars

En finalitzar el procés de codificació a cada unitat de significat se li han assignat 5 codis, corresponents a cinc categories, una per cada dimensió de l'instrument d'anàlisi. La utilització del programari com a suport en la tasca analitzadora permet, en acabar el procés de codificació, obtenir la informació en diversos formats.

Per als objectius d'aquesta recerca l'interès és conèixer la relació dels codis assignats en el conjunt de les unitats de significat, en funció de l'activitat analitzada, i en funció de l'entrevista. Per això es processa la informació en una taula de freqüències absolutes que relaciona la quantitat d'unitats de significat associades a un codi en funció de l'activitat i de l'entrevista.

En la següent taula es mostra un exemple per a la dimensió Obertura del Sistema del grup I. Així amb aquesta informació es pot conèixer la quantitat d'unitats de significat associades a cada tipus d'agent, en el total de les activitats analitzades, per a cada activitat analitzada i per tant, també en funció de la fase del cicle d'ensenyament-aprenentatge al qual pertany, i finalment en l'entrevista.

	<b>Sistema Tancat</b>	<b>Sistema Obert</b>	<b>Sistema Entorn</b>	<b>Entorn Sistema</b>	<b>Sistema Recíproc</b>
Activitat 1	1	0	1	0	0
Activitat 2	1	5	1	6	0
Activitat 3	4	0	3	0	0
Activitat 4	0	4	1	0	0
Activitat 5	0	1	2	0	0
Activitat 6	0	0	6	2	1
Activitat 7	4	4	2	1	0
Activitat 8	5	17	6	2	0
Activitat 9	5	3	0	3	0
Activitat 10	4	15	1	8	1
Activitat 11	0	1	0	0	1
Entrevista	3	8	12	3	2

*Taula 61: Exemple de taula de freqüències de resultats preliminars*

Aquesta taula és una forma primitiva de representació dels resultats que no resulta manipulable i per això requereix d'un tractament, és a dir, requereix d'un procés d'agrupació, estructuració i representació que permeti respondre les preguntes formulades. Aquest procés s'explica en el següent apartat.

### IV.2.3. Tractament de les dades preliminars

L'obtenció de la taula de dades preliminars és el pas previ per poder obtenir els resultats que permetin respondre les preguntes i els objectius formulats. L'etapa 2.III. consisteix en la sistematització i organització de la informació que aporta la taula de freqüències. Aquesta sistematització es fa en funció dels resultats que es volen obtenir finalment, que són els aportats per les eines d'interpretació i representació dels resultats. Per això aquest tractament s'ha dividit en dues etapes: tractament de les dades amb relació a la dimensió, i tractament de les dades amb relació a la unitat didàctica tal i com es mostra en la següent figura:

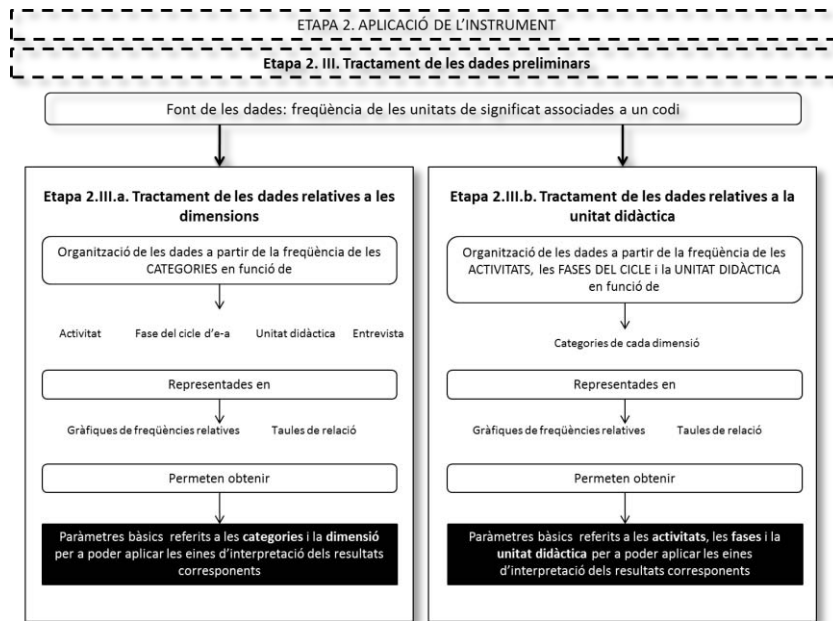


Figura 64: Esquema de l'etapa 2.III. de l'aplicació de l'instrument

L'etapa 2.III. es divideix en dues parts, en funció de quin és el focus de les dades. Així, en la subetapa 2.III.a. el focus d'organització de les dades són les categories i les dimensions de l'instrument. En canvi, en la subetapa 2.III.b. el focus són les activitats de la unitat didàctica.

Cada unitat de significat està associada a cinc categories, una per cada dimensió de l'instrument i alhora, cada unitat de significat pertany a una activitat de la unitat didàctica o a l'entrevista. Les dades, organitzades a partir de les freqüències de les unitats de significat associades als codis, es poden agrupar per activitat, per fase del cicle, pel conjunt de la unitat didàctica, per l'entrevista, i per categoria. Aquesta organització permet una doble lectura i per tant un tractament diferenciat segons quin sigui el focus, tal i com es representa en la següent figura:

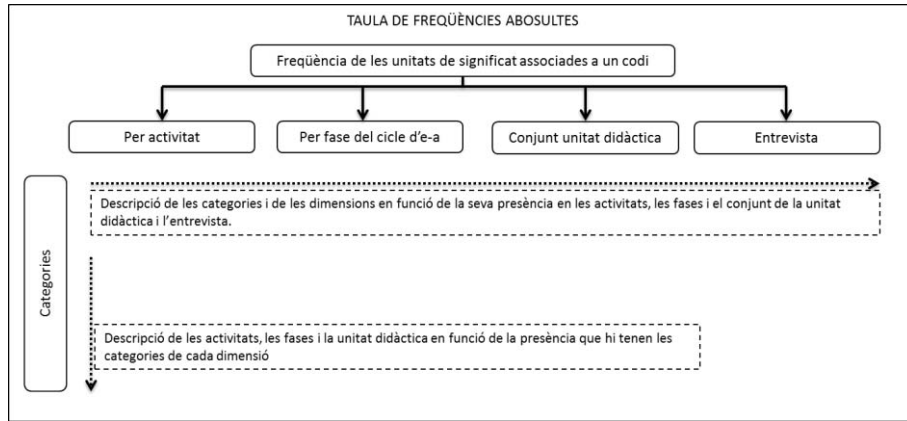


Figura 65: Organització de les dades segons les categories o l'activitat a la qual pertanyen

Una lectura horitzontal de la informació es focalitza en les dades que caracteritzen les categories i les dimensions donant lloc al primer apartat (etapa 2.III.a.), mentre que una lectura vertical de la informació fa referència a les dades referides a les activitats, les fases de la unitat i la unitat didàctica en el seu conjunt, donant lloc al segon apartat del tractament (etapa 2.III.b.).

### IV.2.3.1. Tractament de les dades relatives a les dimensions

En aquesta etapa el tractament dels resultats permet conèixer la distribució de les categories en les activitats de la unitat didàctica i l'entrevista. Es tracta de descriure les categories a partir d'uns paràmetres que deriven de la seva presència i freqüència en les activitats de la unitat didàctica i l'entrevista.

La següent figura representa com s'han estructurat les dades procedents de la taula de freqüències per a obtenir els paràmetres que descriuen les categories i la dimensió.

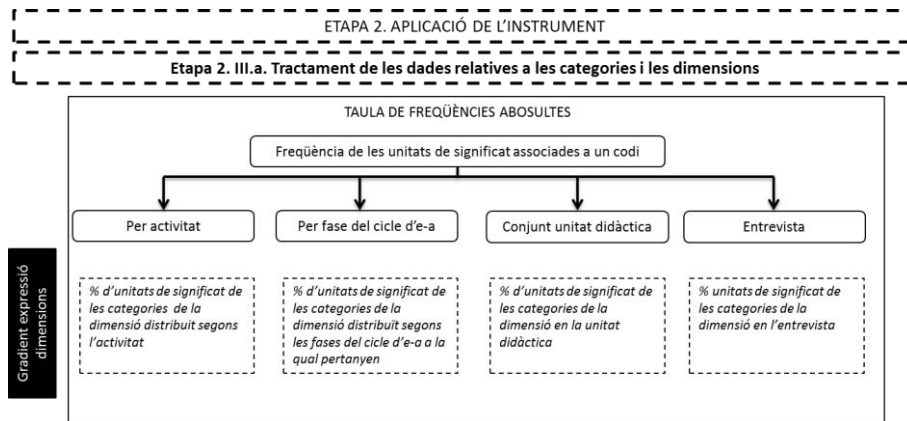


Figura 66: Organització de les dades per a obtenir els paràmetres que descriuen les categories i la dimensió

El focus en l'organització i sistematització de les dades en aquesta etapa són les categories i les dimensions. Per tant, l'interès en aquest punt és conèixer les característiques de presència i freqüència de les categories de cada dimensió. D'altra banda, cal recordar que cada unitat de significat pertany o bé a l'entrevista o bé a una activitat d'una fase de la unitat didàctica. Tenint en compte aquest conjunt de variables es poden organitzar les dades a quatre nivells diferents:

- Presència i freqüència de les categories segons l'activitat



- Presència i freqüència de les categories segons la fase de la unitat didàctica
- Presència i freqüència de les categories en el conjunt de la unitat didàctica
- Presència i freqüència de les categories en l'entrevista

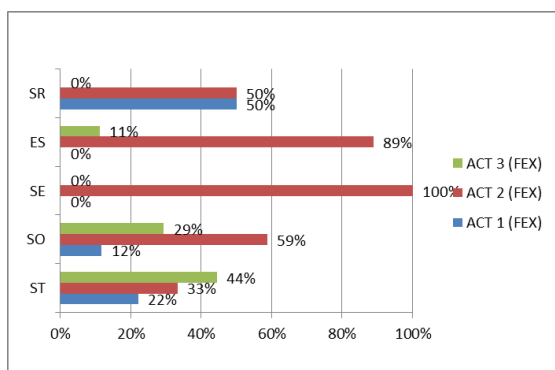
Per a dur a terme aquesta organització s'han utilitzat eines de representació bàsiques que són gràfiques de freqüències relatives i taules de relació. A continuació se'n mostra un exemple per a la dimensió Obertura del Sistema del grup B.

**IV.2.3.1.a. Les categories en les activitats de la unitat didàctica**

Per a l'obtenció dels paràmetres s'ha utilitzat una gràfica de freqüències relatives i una taula de relació, que es descriuen tot seguit.

Gràfica (a): gràfica de freqüències relatives de cada categoria en cada activitat de cada fase. En aquesta gràfica s'hi representen les unitats de significat de cada categoria distribuïdes segons l'activitat de cada fase. Aquesta gràfica permet conèixer la freqüència de cada categoria en cada activitat, per fases, i identificar en cada fase, l'activitat on presenten freqüències majoritàries les categories. En l'exemple s'hi representa % d'unitats de significat de cada categoria de la dimensió Obertura del sistema per activitats de la fase d'exploració del grup II. Freqüència sobre el total d'unitats de significat de cada activitat

Taula (a): la taula presenta la relació entre la freqüència majoritària d'una categoria i les activitats de la unitat didàctica. En el cas que no hi hagi una activitat amb una freqüència majoritària en la taula s'hi escriu el text "Cap". Aquesta taula permet conèixer la tendència de distribució de les categories en les activitats, és a dir, si les categories tenen tendència a repartir-se en diverses activitats o bé a concentrar-se en algunes.



Gràfica (a): Exemple de gràfica de freqüències relatives per a les categories

Categoria	FEX	FIC	FES	FAC
Sistema Tancat	5	11	Cap	22
Sistema Obert	4	11	21	22
Sistema Obert 1	4	9	21	24
Sistema Obert 2	4	11	21	22
Sistema Obert 3	Cap	Cap	21	22

Taula (a): Activitats amb la freqüència majoritària de les categories de la dimensió Obertura del Sistema del grup II

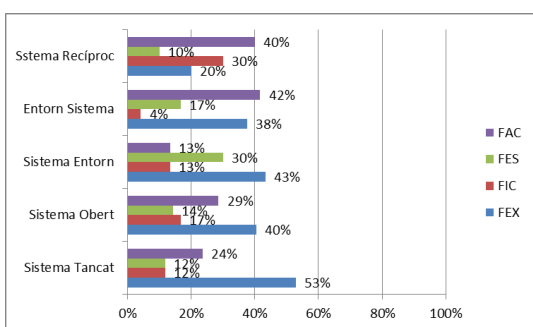
Figura 67: Exemple de gràfica i taula per a les categories en les activitats de la unitat didàctica

### IV.2.3.1.b. Les categories en les fases de la unitat didàctica

Per a l'obtenció dels paràmetres s'ha utilitzat una gràfica de freqüències relatives i una taula de relació, que es descriuen tot seguit.

Gràfica (b): de freqüències relatives de cada categoria en cada fase. En aquesta gràfica s'hi representen les unitats de significat de cada categoria distribuïdes segons la fase. La gràfica permet conèixer la freqüència de cada categoria en cada fase i identificar la fase on presenten freqüències majoritàries les categories.

Taula (b): la taula presenta la relació entre la freqüència majoritària d'una categoria i les fases de la unitat didàctica. Aquesta taula permet conèixer la tendència de distribució de les categories en les fases de la unitat didàctica, és a dir, si les categories tenen tendència a repartir-se homogèniament al llarg de les quatre fases de la unitat didàctica o bé a concentrar-se en algunes.



Fase on presenten la freqüència majoritària les categories de la dimensió OS en el grup II	
Categoria	Fase
Sistema Tancat	FEX
Sistema Obert	FEX
Sistema Obert 1	FEX
Sistema Obert 2	FAC
Sistema Obert 3	FAC

Gràfica (b): % d'unitats de significat de cada categoria de la dimensió Obertura del sistema distribuïts segons les fases del cicle d'e-a a la qual pertanyen del grup II

Taula (b) Fase on presenten la freqüència majoritària les categories de la dimensió OS en el grup II

Figura 68: Exemple de gràfica i taula per a les categories en les fases de la unitat didàctica

En la taula següent es mostra la relació dels paràmetres obtinguts per a descriure les categories a partir de les eines de representació esmentades:

Eina de representació	Paràmetre de descripció de la categoria
Gràfica (a)	Presència de les categories en les activitats Freqüència de les categories en funció de l'activitat de la unitat didàctica
Taula (a)	Activitat on presenten la freqüència majoritària les categories
Gràfica (b)	Presència de les categories en les fases de la unitat didàctica Freqüència de les categories en funció de la fase de la unitat didàctica
Taula (b)	Fase on presenten la freqüència majoritària les categories

Taula 62: Relació dels paràmetres obtinguts per a descriure les categories a partir de les eines de representació

A partir de les gràfiques i de les taules dels punts 1 i 2 podem descriure les categories a partir dels paràmetres que es mostren en la següent figura:

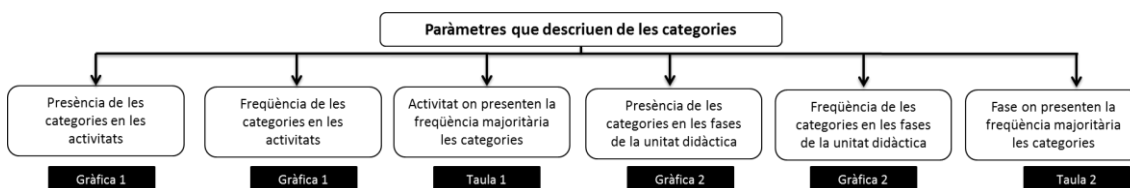


Figura 69: Relació de paràmetres que descriuen les categories de la dimensió i les eines de representació gràfica a partir dels quals s'obtenen

### IV.2.3.1.c. Les categories en el conjunt unitat didàctica

Per a l'obtenció dels paràmetres s'ha utilitzat una gràfica de freqüències relatives que es descriu tot seguit.

Gràfica (c): gràfica de freqüències relatives de les categories en el conjunt de la unitat didàctica. Aquesta gràfica aporta una visió de conjunt pel que fa a la presència del total de categories de la dimensió i la freqüència en la que són presents. Aquesta gràfica permet aportar una visió de conjunt per complementar els apartats anteriors.

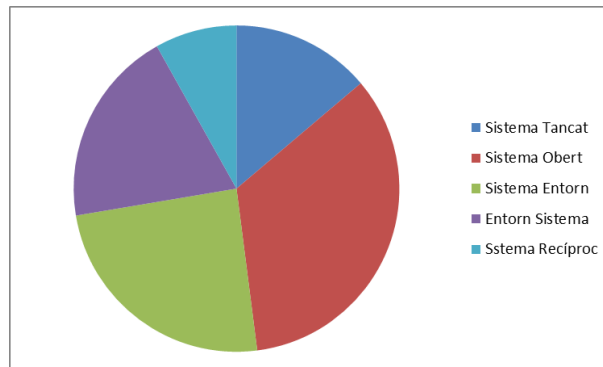


Figura 70: Gràfica (c): Distribució total de les unitats de significat de la dimensió Obertura del sistema en la unitat didàctica del grup II

En la taula es mostra la relació dels paràmetres obtinguts per a descriure la dimensió a partir de les eines de representació:

Eina de representació	Paràmetre de descripció de la dimensió
Gràfica (c)	Presència de categories de la dimensió presents en el conjunt de la unitat didàctica Freqüència de les categories en el conjunt de la unitat didàctica Presència o absència de la categoria de menor complexitat de la dimensió Presència o absència de la categoria de major complexitat de la dimensió Categories predominants Categories amb menor freqüència

Taula 63: relació dels paràmetres obtinguts per a descriure la dimensió a partir de les eines de representació

A partir d'aquesta gràfica es pot descriure la dimensió a partir dels paràmetres que es mostren en la següent figura:

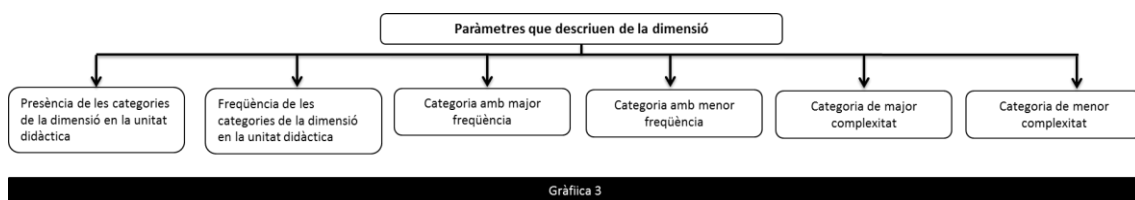


Figura 71: Relació de paràmetres que descriuen la dimensió i les eines de representació gràfica a partir dels quals s'obtenen

El tractament d'aquests resultats preliminars és el pas necessari per poder obtenir la matèria prima a partir de la qual podem treballar amb l'instrument d'anàlisi, l'aplicació del qual esdevindrà en l'obtenció dels gradients d'expressió tant de les categories com de la dimensió.

### IV.2.3.1.d. Les categories en l'entrevista

Per a l'obtenció dels paràmetres s'ha utilitzat una gràfica de freqüències relatives que es descriu tot seguit.

Gràfica (d): Gràfica de freqüències relatives de les categories d'una dimensió en l'entrevista. En aquesta gràfica s'hi representen les unitats de significat de les categories cada dimensió en l'entrevista. Això permetrà identificar les categories més i menys presents en l'entrevista, així com la complexitat en les categories presents. Es presenten cinc gràfiques, una per cada dimensió.

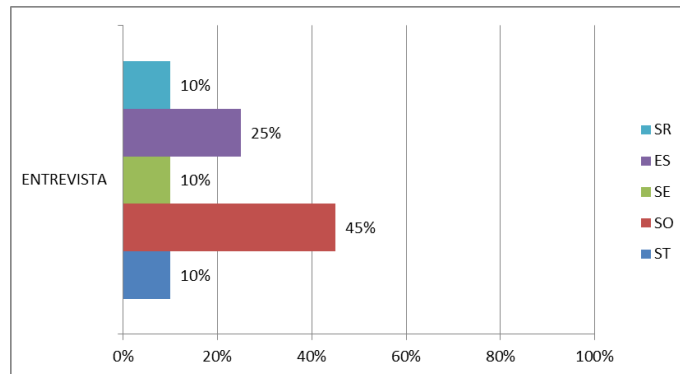


Figura 72: Gràfica (d) % unitats de significat de l'entrevista del grup II distribuït segons categories de la dimensió OS

En la taula es mostra la relació dels paràmetres obtinguts per a descriure l'entrevista a partir de les eines de representació:

Eina de representació	Paràmetre de descripció de l'entrevista
Gràfica (d)	1. Quantitat de categories de la dimensió presents en l'entrevista 2. Distribució de les categories de la dimensió presents en l'entrevista 3. Presència o absència de la categoria de menor i major complexitat de la dimensió en l'entrevista 4. Categories predominants i categories amb menor freqüència en l'entrevista

Taula 64: la relació dels paràmetres obtinguts per a descriure l'entrevista a partir de les eines de representació

A partir de la gràfica es pot descriure l'entrevista a partir dels paràmetres que es mostren en la següent figura:

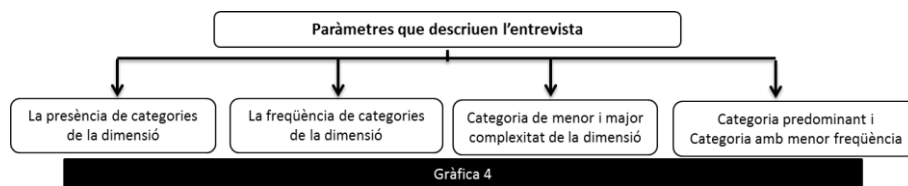


Figura 73: Relació de paràmetres que descriuen l'entrevista

El tractament d'aquestes dades preliminars és el pas necessari que permetrà obtenir els paràmetres bàsics a partir dels quals es podrà aplicar l'eina d'interpretació dels resultats corresponents i obtenir el Gradient d'expressió de les dimensions.

### IV.2.3.2. Tractament de les dades relatives a la unitat didàctica

En aquesta etapa el tractament dels resultats permet conèixer les característiques de les activitats de la unitat didàctica, i per tant de les fases de la unitat didàctica, en funció de la presència i la freqüència que hi tenen les categories de cada dimensió.

La següent figura representa com s'han estructurat les dades procedents de la taula de freqüències per a obtenir els paràmetres que descriuen les activitats, fases i la unitat didàctica.

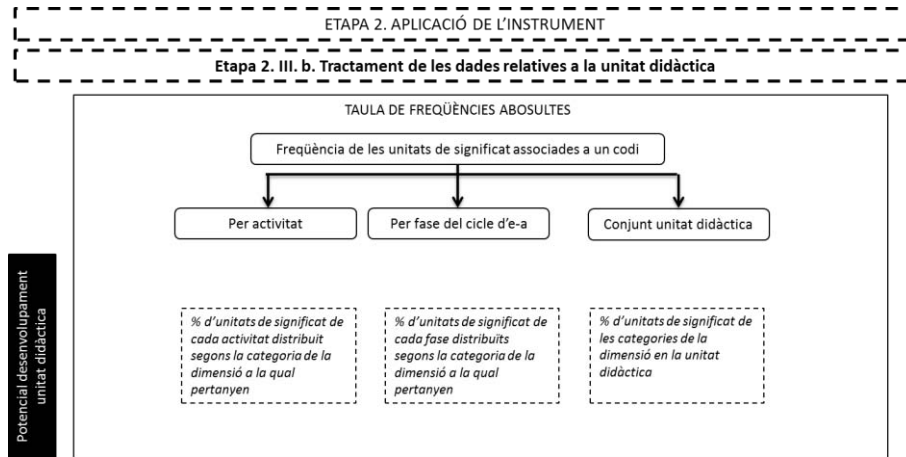


Figura 74: Organització de les dades per a obtenir els paràmetres que descriuen les activitats, fases i la unitat didàctica

El focus en l'organització i sistematització de les dades en aquesta etapa són les activitats, les fases i el conjunt de la unitat de la unitat didàctica. Per tant, l'interès en aquest punt és conèixer les característiques de les activitats de la unitat didàctica en funció de la presència i la freqüència de categories. Tenint en compte aquest conjunt de variables es poden organitzar les dades a tres nivells diferents:

- Presència i freqüència de categories en les activitats
- Presència i freqüència de categories en les fases de la unitat didàctica
- Presència i freqüència de categories en el conjunt de la unitat didàctica

Per a dur a terme aquesta organització s'han utilitzat eines de representació bàsiques que són gràfiques de freqüències relatives i taules de relació. A continuació se'n mostra un exemple per a la unitat didàctica del grup B i la dimensió Obertura del Sistema.

#### IV.2.3.2.a. Activitats de la unitat didàctica

Per a l'obtenció dels paràmetres s'ha utilitzat una gràfica de freqüències relatives i dues taules de relació, que es descriuen tot seguit.

Gràfica (a): Gràfica de freqüències relatives de cada activitat. En aquesta gràfica s'hi representen les unitats de significat de cada activitat distribuïdes segons les categories de cada dimensió. Es presenten quatre gràfiques, una per a les activitats de cada fase.

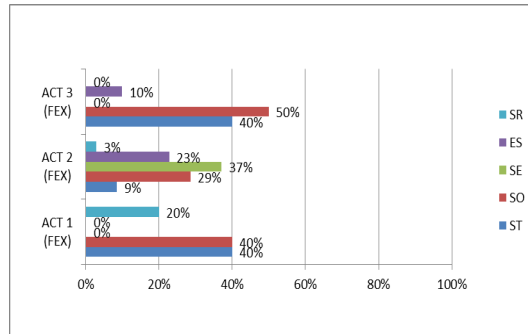


Figura 75: Gràfica (a): distribució d'unitats de significat de cada activitat segons les categories de la dimensió Obertura del sistema

Taula (a): Taula resum de la presència de categories de la dimensió en les activitats. Aquesta taula facilitarà posteriorment la identificació de tendències de les activitats.

Presència de categories de la dimensió Obertura del Sistema en les activitats del grup II	
Activitat	Categories presents
Activitat 1	Hi tenen presència tres categories (60% de les categories)
Activitat 2	Hi tenen presència cinc categories (100% de les categories)
Activitat 3	Hi tenen presència tres categories (60% de les categories)

Taula 65: Presència de categories de la dimensió OS en les activitats i les fases de la unitat didàctica del grup II

Taula (b): Taula resum de la categoria predominant de la dimensió en les activitats. Aquesta taula facilitarà posteriorment la identificació de tendències de les activitats.

Categoria predominant de la dimensió Obertura del Sistema en les activitats del grup II	
Activitat	Categoria predominant
Activitat 1	Cap categoria en concret
Activitat 2	Sistema Entorn
Activitat 3	Sistema Obert

Taula 66: Categoria predominant de la dimensió OS en les activitats i les fases de la unitat didàctica del grup II

En la taula 67 es mostra la relació dels paràmetres obtinguts que permeten descriure les activitats de la unitat didàctica a partir de les eines de representació esmentades:

Eina de representació	Paràmetre de descripció de l'activitat de la unitat didàctica
Gràfica (a)	Freqüència de les categories en cada activitat Categoria de menor complexitat present en les activitats Categoria de major complexitat present en les activitats Categoria de menor freqüència en cada activitat
Taula (a)	Presència relativa de categories en cada activitat
Taula (b)	Categoria predominant en cada activitat

Taula 67: relació dels paràmetres obtinguts que permeten descriure les activitats de la unitat didàctica a partir de les eines de representació

A partir de les gràfiques i de les taules es poden descriure les activitats de la unitat didàctica tal i com mostra la següent figura:

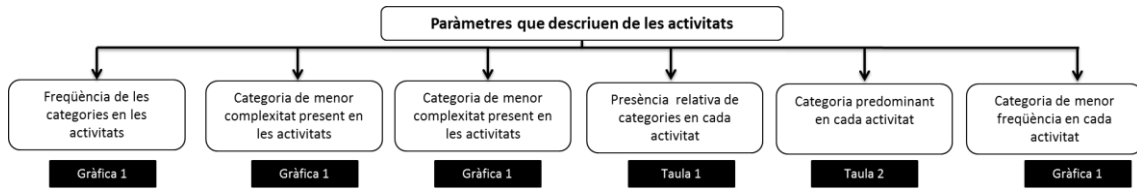


Figura 76: Relació de paràmetres que descriuen les activitats de la unitat didàctica i les eines de representació gràfica a partir dels quals s'obtenen

### IV.2.3.2.b. Fases de la unitat didàctica

Per a l'obtenció dels paràmetres s'ha utilitzat una gràfica de freqüències relatives i dues taules de relació, que es descriuen tot seguit.

Gràfica (b): Gràfica de freqüències relatives de cada fase. En aquesta gràfica s'hi representen les unitats de significat de cada fase distribuïdes segons les categories de la dimensió.

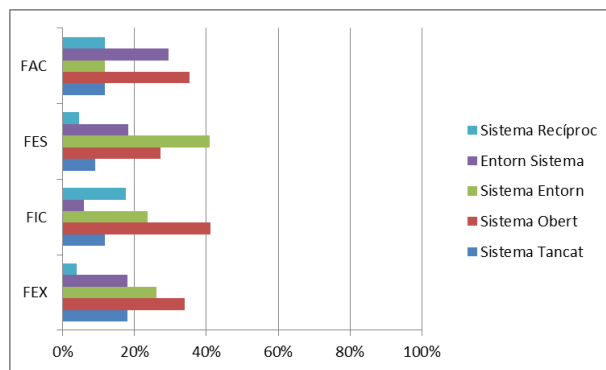


Figura 77: Gràfica (b): Proporción d'unitats de significat de cada fase distribuïts segons la categoria de la dimensió Obertura del Sistema a la qual pertanyen

Taula (c): Taula resum de la presència de categories de la dimensió en les fases de la unitat didàctica. Aquesta taula facilitarà posteriorment la identificació de tendències de les fases.

Presència de categories de la dimensió Obertura del Sistema en les fases del grup II	
Fase	Categories presents
Exploració	Hi tenen presència cinc categories (100% de les categories)

Taula 68: Taula (c): Presència de categories de la dimensió OS en les activitats i les fases de la unitat didàctica del grup II

Taula (d): Taula resum de la categoria predominant de la dimensió en les fases. Aquesta taula facilitarà posteriorment la identificació de tendències de les fases.

Categoria predominant de la dimensió Obertura del Sistema en les fases del grup II	
Fase	Categoria predominant
Exploració	Hi predomina la categoria Sistema Obert

Taula 69: Taula (d): Presència de categories de la dimensió OS en les activitats i les fases de la unitat didàctica del grup B

En la següent taula es mostra la relació dels paràmetres obtinguts que permeten descriure les fases de la unitat didàctica a partir de les eines de representació esmentades:

Eina de representació	Paràmetre de descripció de la fase de la unitat didàctica
Gràfica (b)	Freqüència de les categories en cada fase Categoria de menor complexitat present en les fases Categoria de major complexitat present en les fases Categoria de menor freqüència en cada fase
Taula (c)	Presència relativa de categories en cada fase

Taula (d)	Categoria predominant en cada fase
-----------	------------------------------------

Taula 70: relació dels paràmetres obtinguts que permeten descriure les fases de la unitat didàctica a partir de les eines de representació

A partir de les gràfiques i de les taules es poden descriure les fases de la unitat didàctica a partir dels paràmetres que es mostren en la següent figura:

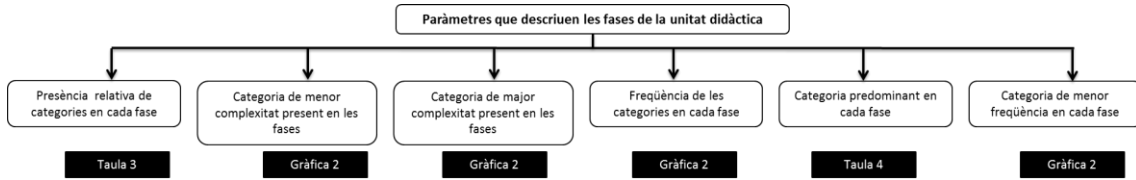


Figura 78: Relació dels paràmetres que descriuen les fases de la unitat didàctica i les eines de representació gràfica a partir dels quals s'obtenen

### IV.2.3.2.c. Unitat didàctica

Per a l'obtenció dels paràmetres s'ha utilitzat una gràfica de freqüències relatives que es descriuen tot seguit.

Gràfica (c): Gràfica de freqüències relatives de les categories en el conjunt de la unitat didàctica. Aquesta gràfica aporta una visió de conjunt pel que fa a la presència del total de categories de la dimensió i la freqüència en la que són presents. Aquesta gràfica permet aportar una visió de conjunt per complementar els apartats anteriors.

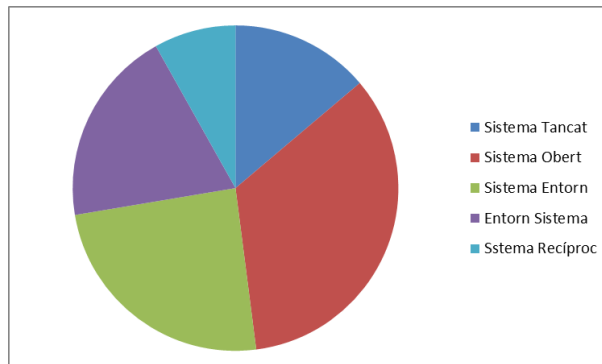


Figura 79: Gràfica (c): Distribució total de les unitats de significat de la dimensió Obertura del sistema en la unitat didàctica del grup II

En la taula es mostra la relació dels paràmetres obtinguts per a descriure la unitat didàctica a partir de les eines de representació:

Eina de representació	Paràmetre de descripció de la unitat didàctica
Gràfica (c)	Presència total de categories de la dimensió Freqüència de les categories de la dimensió Categoria amb major freqüència Categoria amb menor freqüència Categoria de major complexitat present Categoria de menor complexitat present

Taula 71: Relació dels paràmetres obtinguts per a descriure la unitat didàctica a partir de les eines de representació

A partir d'aquesta gràfica es pot descriure la dimensió a partir dels paràmetres que es mostren en la següent figura:



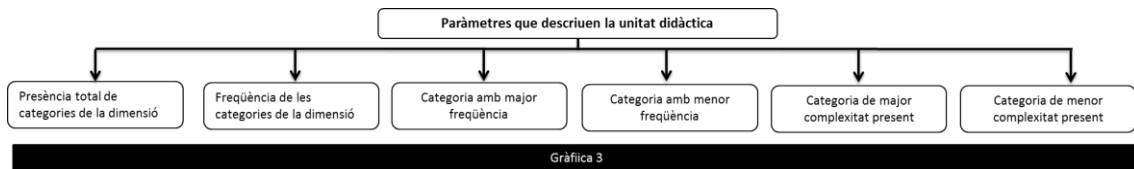


Figura 80: Relació dels paràmetres que descriuen la unitat didàctica i les eines de representació gràfica a partir dels quals s'obtenen

El tractament d'aquestes dades preliminars és el pas necessari que aporta la matèria prima pe poder aplicar les eines d'interpretació dels resultats, l'aplicació del qual esdevindrà en l'obtenció dels potencials de desenvolupament de la unitat didàctica per a cada dimensió.

### IV.2.4. Obtenció dels resultats

L'objectiu de l'apartat anterior consisteix en organitzar la informació provinent de l'anàlisi de les dades, de manera que aquesta sigui operativa per a obtenir resultats. Les dades preliminars tractades i organitzades esdevenen en l'obtenció dels paràmetres primaris que posteriorment permetran obtenir els gradients d'expressió de les dimensions i els potencials de desenvolupament de la unitat didàctica. Tal i com es mostra en la següent figura:

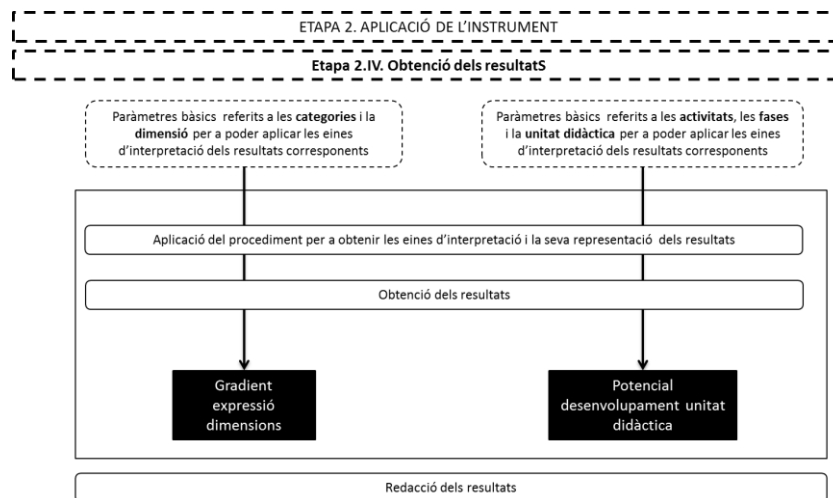


Figura 81: Esquema de l'etapa 2.IV. de l'aplicació de l'instrument

L'obtenció dels resultats definitius consisteix en aplicar les eines d'interpretació i de representació dels resultats explicades en l'Etapa 1.IV. L'aplicació d'aquestes eines requereix prèviament haver sistematitzat i organitzat la informació tal i com s'ha explicat en l'etapa 2.III.

D'aquesta manera, les gràfiques i les taules referents a les categories i les dimensions permetran caracteritzar les categories a partir dels paràmetres definits, obtenir el valor del gradient de presència de les categories, caracteritzar la dimensió a partir dels paràmetres definits i finalment obtenir l'emergència del gradient d'expressió de la dimensió.

Les gràfiques i taules referents a la unitat didàctica permetran caracteritzar les activitats i les fases de la unitat didàctica i obtenir el valor del potencial de desenvolupament de cada fase. A continuació permetran la caracterització de la unitat didàctica a partir dels paràmetres definits i finalment es podrà obtenir l'emergència del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica.

Aquests valors s'obtidran per a cadascuna de les dimensions i per als dos grups:

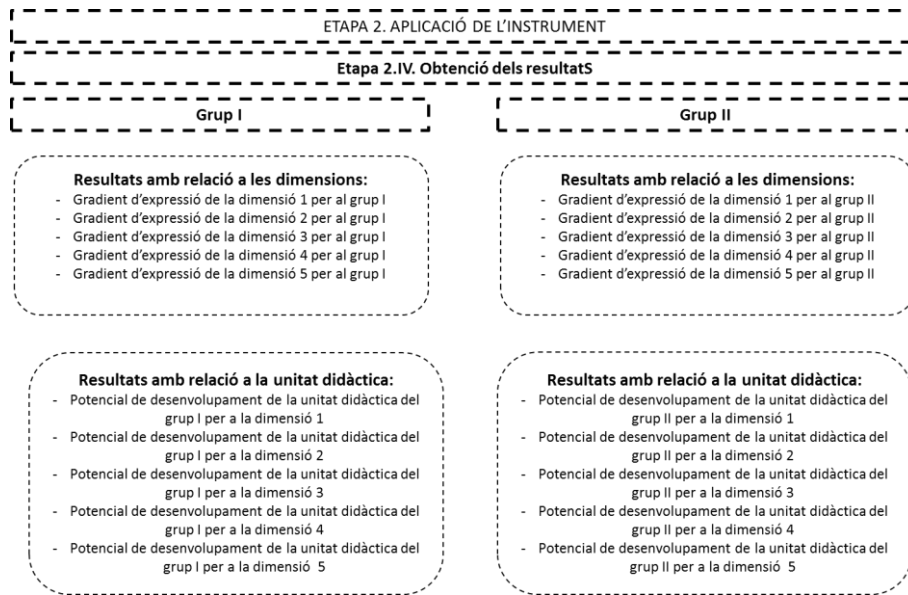


Figura 82: Relació dels resultats definitius obtinguts de l'aplicació de l'instrument d'anàlisi

La naturalesa d'aquests resultats permetrà posteriorment situar el focus en les dimensions, en la unitat didàctica o al grup, segons els objectius i les preguntes que es vulguin respondre.

## Síntesi del capítol IV

El disseny de la recerca permet tenir una visió general del procés seguit per tal de respondre la finalitat i els objectius de la recerca i pivota al voltant de l'instrument d'anàlisi del pensament sistèmic.

El disseny de la recerca s'estructura en dues etapes principals:

La primera etapa consisteix en el disseny de l'instrument d'anàlisi del pensament sistèmic on es descriuen les seves característiques i es defineix a partir de cinc dimensions:

- Dimensió 1: Nivell Escalar (NE)
- Dimensió 2: Obertura del Sistema (OS)
- Dimensió 3: Patró d'Interacció (PI)
- Dimensió 4: Flux d'Agents (FA)
- Dimensió 5: Probabilitat (P)

Aquestes dimensions s'estructuren a partir d'unes categories ordenades segons un gradient de complexitat. A continuació es defineixen les eines d'interpretació i de representació dels resultats que s'obtenen de l'aplicació de l'instrument d'anàlisi:

- Grau d'expressió de les dimensions
- Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica.

La segona etapa consisteix en l'aplicació de l'instrument d'anàlisi del pensament sistèmic on es descriuen els procediments de recollida, tractament i anàlisi de la informació així com els procediments de tractament de les dades preliminars per a l'obtenció dels resultats.

Les dues etapes del disseny de la recerca es relacionen bidireccionalment ja que el procés de disseny de l'instrument és permeable a les aportacions que es deriven durant la seva aplicació a les dades.





*“Un elefant és com una corda”, digné la persona que tocà la cua de l'elefant*

# Capítol V. Anàlisi de les dades

L'elefant se serveix de la cua per espantar les mosques, el sec se serveix de la corda per no perdre el camí. El procés d'anàlisi és la part del camí que va de les dades fins a l'obtenció dels resultats, i se serveix de procediments específics que orienten el tractament i l'anàlisi de la informació a la recerca de les respostes que permetran assolir els objectius plantejats.

En aquest capítol es presenta el procés d'anàlisi de les dades i està estructurat en tres apartats. En el primer apartat es presenten els resultats preliminars derivats de l'aplicació de l'instrument d'anàlisi. En el segon apartat es descriuen els procediments de tractament dels resultats preliminars. Finalment en el tercer apartat es descriuen els procediments seguits per a l'obtenció dels resultats definitius.

La següent figura mostra els continguts d'aquest capítol:

<b>Índex de continguts del capítol V</b>	
<b>Obtenció dels resultats preliminars .....</b>	<b>184</b>
Resultats preliminars del grup I.....	184
Resultats preliminars del grup II .....	187
<b>Tractament dels resultats preliminars.....</b>	<b>190</b>
Organització de les dades relatives a les dimensions .....	190
Organització de les dades relatives unitat didàctica.....	192
<b>Interpretació i representació dels resultats .....</b>	<b>195</b>
Gradient d'expressió de les dimensions.....	195
Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica.....	202
<b>Síntesi del capítol V .....</b>	<b>212</b>

*Figura 83: Índex de continguts del capítol V*

En aquest capítol es presenta una descripció i exemplificació del procés d'anàlisi de les dades, que parteix dels resultats preliminars i finalitza amb l'obtenció dels resultats definitius. Amb relació a les etapes del disseny de la recerca, l'anàlisi se situa en l'etapa 2 d'aplicació de l'instrument d'anàlisi, concretament a partir de l'etapa 2.II de tractament i anàlisi de la informació, tal i com es mostra en la figura següent:

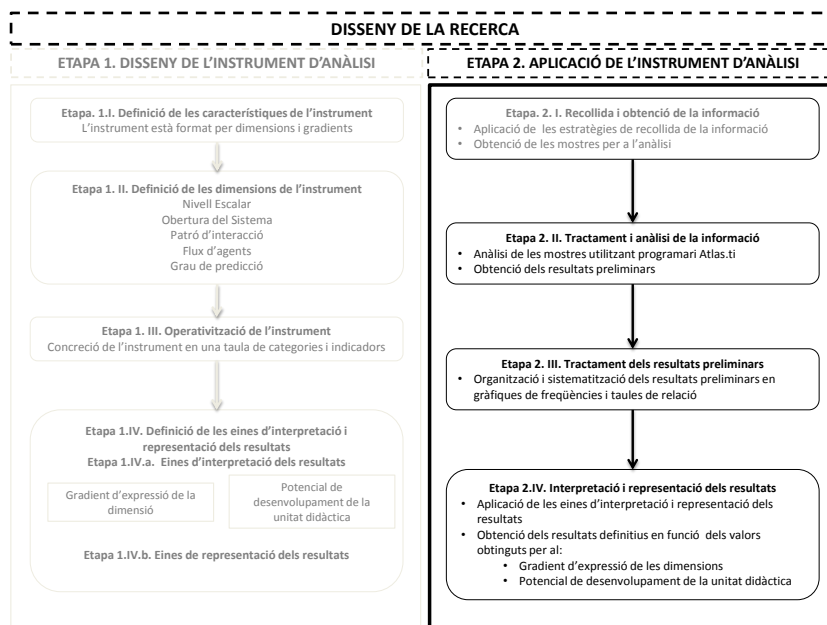


Figura 84: Esquema del procés d'anàlisi de les dades corresponent a l'etapa d'aplicació de l'instrument d'anàlisi

El capítol s'organitza en tres apartats, corresponents als tres procediments duts a terme per elaborar l'anàlisi:

El primer apartat correspon a la presentació dels resultats preliminars. En el capítol IV s'ha explicat el procediment d'aplicació de l'instrument d'anàlisi que permet obtenir aquests resultats preliminars, de manera que el present capítol s'inicia a partir dels resultats preliminars obtinguts a partir de l'aplicació de l'instrument.

En el segon apartat es descriu el procés de tractament dels resultats preliminars que consisteix en l'estructuració i la sistematització de la informació en gràfiques de freqüències i taules de relació.

En l'últim apartat es descriu el procediment d'interpretació i representació dels resultats i l'obtenció dels resultats definitius. A causa de l'extensió del procés d'anàlisi per al conjunt de les mostres, el procediment s'explica a partir d'un exemple que consisteix en la dimensió Obertura del Sistema del grup II.

## V.1. Obtenció dels resultats preliminars

Els resultats preliminars s'obtenen de l'aplicació de l'instrument d'anàlisi del pensament sistèmic amb la utilització del programari Atlas.ti (aquest procediment s'ha explicat en el capítol IV, en l'apartat 2.II.). Aquest procés finalitza amb l'obtenció de dues unitats hermenèutiques que contenen els fitxers de les onze activitats i l'entrevista codificades segons les dimensions i les categories de l'instrument d'anàlisi. Aquesta informació s'exporta en format de taula de freqüències absolutes i correspon als resultats preliminars de la recerca.

La taula és de doble entrada: en les columnes s'hi situen les categories i en les files les activitats i l'entrevista. Els valors de la taula corresponen a la freqüència absoluta de segments de significativitat pertanyents a cada categoria, en funció de si pertanyent a l'activitat o a l'entrevista.

A continuació es presenten les taules de resultats preliminars per a cada dimensió i grup.

### V.1.1. Resultats preliminars del grup I

A continuació es presenten cinc taules amb els resultats preliminars del grup I.

#### Grup I. Dimensió 1: Nivell Escalar

	micro-meso	meso-macro	micro2-meso	micro3-meso	micro4-meso	meso2-macro	meso3-macro	meso4-macro	meso5-macro	micro-meso-macro	micro2-meso-macro	micro3-meso-macro	Micro4-meso-macro	micro-meso2-macro	micro2-meso2-macro	micro3-meso2-macro	micro6-meso2-macro	micro-meso3-macro	micro2-meso3-macro	micro-meso4-macro	micro3-meso4-macro	Micro-meso5-macro
Activitat 1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Activitat 2	1	6	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Activitat 3	1	1	0	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Activitat 4	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Activitat 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0
Activitat 6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2	1	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0
Activitat 7	3	2	1	0	0	0	0	1	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Activitat 8	3	9	2	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	6	3	0	0	0	0	0	0	0
Activitat 9	1	1	1	2	0	0	0	0	0	1	2	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Activitat 10	0	3	4	0	0	2	1	0	0	1	2	0	0	9	2	0	0	3	1	1	0	0
Activitat 11	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Entrevista	0	1	2	1	0	5	1	0	0	2	1	0	0	6	5	1	1	2	0	0	0	0

Taula 72: Taula de resultats preliminars del grup I corresponents a la dimensió 1

#### Grup I. Dimensió 2: Obertura del Sistema



	Sistema Tancat	Sistema Obert	Sistema Entorn	Entorn Sistema	Sistema Recíproc
Activitat 1	1	0	1	0	0
Activitat 2	1	5	1	6	0
Activitat 3	4	0	3	0	0
Activitat 4	0	4	1	0	0
Activitat 5	0	1	2	0	0
Activitat 6	0	0	6	2	1
Activitat 7	4	4	2	1	0
Activitat 8	5	17	6	2	0
Activitat 9	5	3	0	3	0
Activitat 10	4	15	1	8	1
Activitat 11	0	1	0	0	1
Entrevista	3	8	12	3	2

Taula 73: Taula de resultats preliminars del grup I corresponents a la dimensió 2

Grup I. Dimensió 3: Patró d'interacció

	No Interacció	Interacció linear simple neutra	Interacció linear simple	Interacció linear simple --	Interacció linear simple +-	Interacció linear simple +-	Interacció linear simple ++	Interacció linear múltiple	Interacció linear múltiple convergent	Interacció linear múltiple divergent	Interacció dòmino	Interacció dòmino -	Interacció dòmino +	Interacció dòmino mixte	Interacció retroactiva	Interacció recursiva
Activitat 1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Activitat 2	0	3	8	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Activitat 3	0	0	2	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0
Activitat 4	0	0	1	0	0	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Activitat 5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
Activitat 6	0	0	2	0	0	0	0	0	2	4	0	0	0	1	0	0
Activitat 7	4	1	4	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Activitat 8	6	4	10	0	0	1	2	0	0	2	2	0	2	1	0	0
Activitat 9	0	0	3	1	0	0	0	1	3	2	1	0	0	0	0	0
Activitat 10	0	0	5	1	0	3	1	2	6	4	1	1	0	4	0	1
Activitat 11	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
Entrevista	0	6	4	1	1	1	1	0	0	7	4	0	1	2	0	0

Taula 74: Taula de resultats preliminars del grup I corresponents a la dimensió 3

Grup I. Dimensió 4: Flux d'Agents

	Agents dispersos	Agents centrals	Agents cadena	Agents xarxa	Agents emergents
Activitat 1	2	0	0	0	0
Activitat 2	1	12	0	0	0
Activitat 3	0	7	0	0	0
Activitat 4	0	2	3	0	0
Activitat 5	0	1	1	1	0
Activitat 6	0	7	1	1	0
Activitat 7	4	6	0	2	0
Activitat 8	6	19	5	0	0
Activitat 9	0	10	1	0	0
Activitat 10	0	21	2	5	1
Activitat 11	0	1	0	1	0
Entrevista	0	21	6	1	0

*Taula 75: Taula de resultats preliminars del grup I corresponents a la dimensió 4*Grup I. Dimensió 5: Probabilitat

	Prob. determinista	Prob. moderada atzar	Prob. indeterminació
Activitat 1	0	0	0
Activitat 2	0	0	0
Activitat 3	0	0	0
Activitat 4	0	0	0
Activitat 5	0	0	0
Activitat 6	0	3	0
Activitat 7	0	0	0
Activitat 8	0	1	0
Activitat 9	0	0	0
Activitat 10	0	4	0
Activitat 11	0	1	0
Entrevista	0	3	0

*Taula 76: Taula de resultats preliminars del grup I corresponents a la dimensió 5*

## V.1.2. Resultats preliminars del grup II

A continuació es presenten cinc taules amb els resultats preliminars del grup II.

### Grup II. Dimensió 1: Nivell Escalar

	micro-meso	meso-macro	micro2-meso	micro3-meso	micro4-meso	meso2-macro	meso3-macro	meso4-macro	meso5-macro	micro-meso-macro	micro2-meso-macro	micro3-meso-macro	micro4-meso-macro	micro-meso2-macro	micro2-meso2-macro	micro3-meso2-macro	Micro6-meso2-macro	micro-meso3-macro	micro2-meso3-macro	Micro-meso4-macro	Micro3-meso4-macro	micro5-meso4-macro
Activitat 1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Activitat 2	2	8	1	0	0	10	0	1	1	1	2	0	0	5	2	2	0	0	0	0	0	0
Activitat 3	0	1	2	0	2	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Activitat 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Activitat 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Activitat 6	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Activitat 7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Activitat 8	0	6	0	1	0	1	0	0	0	5	3	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0
Activitat 9	1	1	1	1	0	0	0	0	0	6	2	2	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0
Activitat 10	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Activitat 11	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Entrevista	0	1	2	0	0	0	0	0	0	4	2	1	1	2	4	1	0	1	1	0	0	0

Taula 77: Taula de resultats preliminars del grup II corresponents a la dimensió 1

## Grup II. Dimensió 2: Obertura del Sistema

	Sistema Tancat	Sistema Obert	Sistema Entorn	Entorn Sistema	Sistema Recíproc
Activitat 1	2	2	0	0	1
Activitat 2	3	10	13	8	1
Activitat 3	4	5	0	1	0
Activitat 4	0	2	2	0	1
Activitat 5	0	2	1	0	1
Activitat 6	2	3	1	1	1
Activitat 7	1	1	0	0	0
Activitat 8	1	5	9	4	1
Activitat 9	3	6	1	8	2
Activitat 10	1	4	2	1	1
Activitat 11	0	2	1	1	1
Entrevista	2	9	2	5	2

Taula 78: Taula de resultats preliminars del grup II corresponents a la dimensió 2

## Grup II. Dimensió 3: Patró d'Interacció

	No interacció	Interacció linear simple neutra	Interacció linear simple	Interacció linear simple --	Interacció linear simple -+	Interacció linear simple +-	Interacció linear simple ++	Interacció linear múltiple	convergent	divergent	Interacció domíno	Interacció domíno -	Interacció domíno +	Interacció domíno mixte	Interacció retroactiva	Interacció recursiva
Activitat 1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Activitat 2	0	7	12	0	0	0	8	0	1	4	1	0	1	0	1	0
Activitat 3	3	0	1	0	0	2	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
Activitat 4	0	0	2	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Activitat 5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1
Activitat 6	2	0	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0
Activitat 7	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Activitat 8	4	0	7	0	0	0	1	0	1	2	2	1	1	1	0	0
Activitat 9	0	0	4	0	0	2	1	0	8	0	1	0	0	4	0	0
Activitat 10	0	0	1	1	0	1	0	0	1	2	1	0	0	2	0	0
Activitat 11	1	0	0	0	0	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0
Entrevista	3	0	1	0	1	1	1	2	4	1	2	0	0	2	1	1

Taula 79: Taula de resultats preliminars del grup II corresponents a la dimensió 3

Grup II. Dimensió 4: Flux d'Agents

	Agents dispersos	Agents centrals	Agents cadena	Agents xarxa	Agents emergents
Activitat 1	3	1	1	0	0
Activitat 2	1	30	3	0	1
Activitat 3	3	7	0	0	0
Activitat 4	0	3	0	2	0
Activitat 5	0	2	2	0	0
Activitat 6	2	6	0	0	0
Activitat 7	0	2	0	0	0
Activitat 8	4	10	6	0	0
Activitat 9	0	15	5	0	0
Activitat 10	0	6	3	0	0
Activitat 11	1	3	1	0	0
Entrevista	2	11	4	3	0

*Taula 80: Taula de resultats preliminars del grup II corresponents a la dimensió 4*Grup II. Dimensió 5: Probabilitat

	Prob. determinista	Prob. moderada atzar	Prob. indeterminació
Activitat 1	0	0	0
Activitat 2	0	5	1
Activitat 3	0	0	0
Activitat 4	0	3	0
Activitat 5	0	1	0
Activitat 6	0	3	0
Activitat 7	0	0	0
Activitat 8	0	1	0
Activitat 9	0	0	0
Activitat 10	0	1	0
Activitat 11	0	1	0
Entrevista	0	5	1

*Taula 81: Taula de resultats preliminars del grup II corresponents a la dimensió 5*

## V.2. Tractament dels resultats preliminars

A partir dels resultats preliminars de les taules es procedeix al seu tractament per tal de poder obtenir resultats definitius. El tractament dels resultats preliminars consisteix en l'organització de les dades en gràfiques de freqüències i taules de relació. Les dades s'organitzen en dos grans blocs en funció de les dues eines d'interpretació dels resultats de l'instrument: en primer lloc s'organitzen en funció del Gradient d'Expressió de les dimensions i en segon lloc en funció del Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica.

### V.2.1. Organització de les dades relatives a les dimensions

L'organització de les dades pel que fa a les dimensions consisteix en l'elaboració de les següents gràfiques i taules:

- a) Gràfica de la distribució de les categories en les activitats de la unitat didàctica. Les activitats s'agrupen per fases de manera que en resulten 4 gràfiques per cada dimensió.

En les gràfiques es mostra la distribució de les categories de la dimensió Obertura del Sistema en les activitats de la unitat didàctica del grup II. La freqüència és sobre el total d'unitats de significat de cada activitat: % d'unitats de significat de cada categoria de la dimensió Obertura del Sistema per activitats de cada fase del grup II.

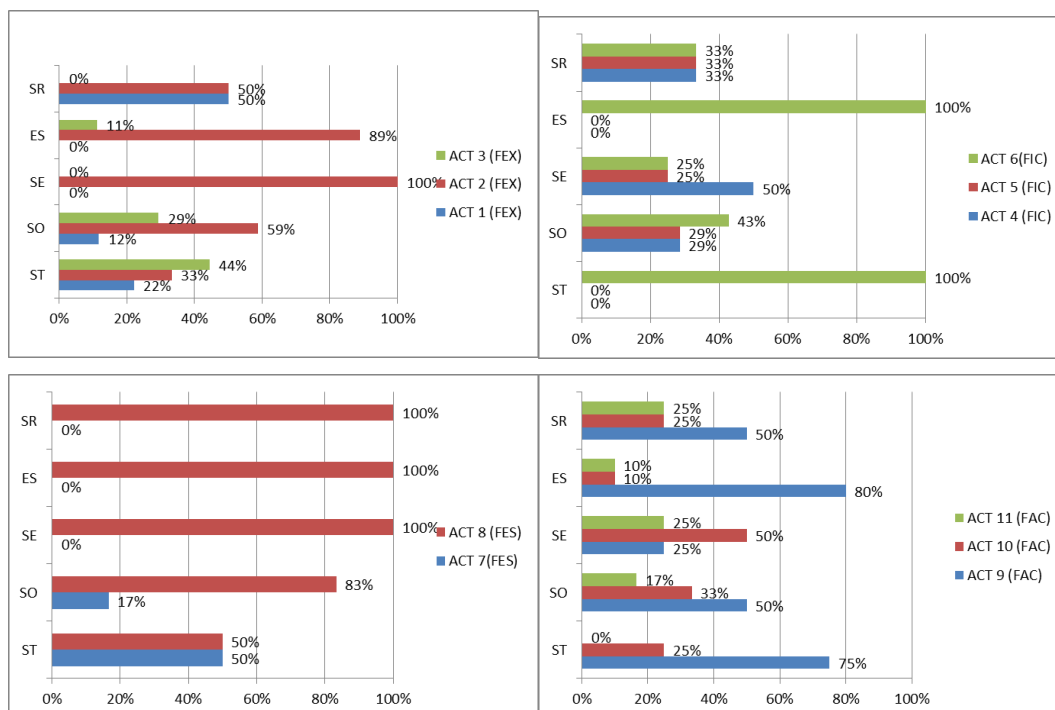


Figura 85: Gràfiques de la distribució de les categories en les activitats de la unitat didàctica. Per ordre: fase d'exploració, fase d'introducció, fase d'estructuració i fase d'aplicació.

b) Taula amb l'activitat on les categories presenten una freqüència majoritària. Una per dimensió.

Activitat on presenten la freqüència majoritària les categories de la dimensió 2 en el grup II				
Categoria	FEX	FIC	FES	FAC
2.1. Sistema Tancat	5	11	Cap	22
2.2. Sistema Obert	4	11	21	22
2.3. Sistema Entorn	4	9	21	24
2.4. Entorn Sistema	4	11	21	22
2.5. Sistema Recíproc	Cap	Cap	21	22

Taula 82: Activitats amb la freqüència majoritària de les categories de la dimensió 2 del grup II

c) Gràfica de la distribució de les categories en les fases de la unitat didàctica. Una per dimensió. En la gràfica es mostra la distribució de les categories de la dimensió 2 en les fases de la unitat didàctica del grup II.

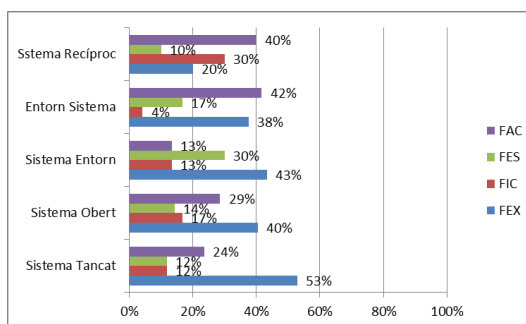


Figura 86: % d'unitats de significat de cada categoria de la dimensió Obertura del Sistema distribuïts segons les fases del cicle d'e-a a la qual pertanyen

d) Taula amb la fase de la unitat didàctica on les categories presenten una major freqüència. Una per dimensió.

Fase on presenten la freqüència majoritària les categories de la dimensió OS en el grup II	
Categoria	Fase
2.1. Sistema Tancat	FEX
2.2. Sistema Obert	FEX
2.3. Sistema Entorn	FEX
2.4. Entorn Sistema	FAC
2.5. Sistema Recíproc	FAC

Taula 83: Fase on presenten la freqüència majoritària les categories de la dimensió OS en el grup II

e) Gràfica de distribució de les categories de la dimensió en el conjunt de la unitat didàctica. Una per dimensió. En la gràfica es mostra la distribució de les categories de la dimensió Obertura del Sistema en el conjunt de la unitat didàctica del grup II.

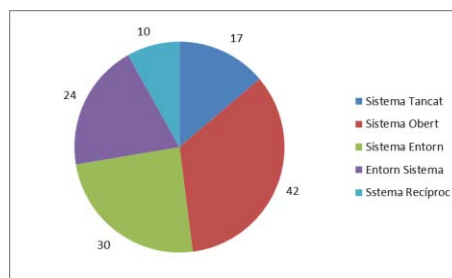


Figura 87: Gràfica de Distribució total de les unitats de significat de la dimensió Obertura del Sistema en la unitat didàctica del grup II

## V.2.2. Organització de les dades relatives unitat didàctica

L'organització de les dades pel que fa a la unitat didàctica consisteix en l'elaboració de les següents gràfiques i taules:

- a) Gràfica de distribució de les activitats amb relació a la presència de les categories de cada dimensió. Les activitats s'agrupen per fases, resultant quatre gràfiques per cada dimensió. En les gràfiques es mostra la distribució de les activitats amb relació a la presència de les categories pertanyents a la dimensió Obertura del Sistema. Es mostren quatre gràfiques, una per cada fase del cicle:

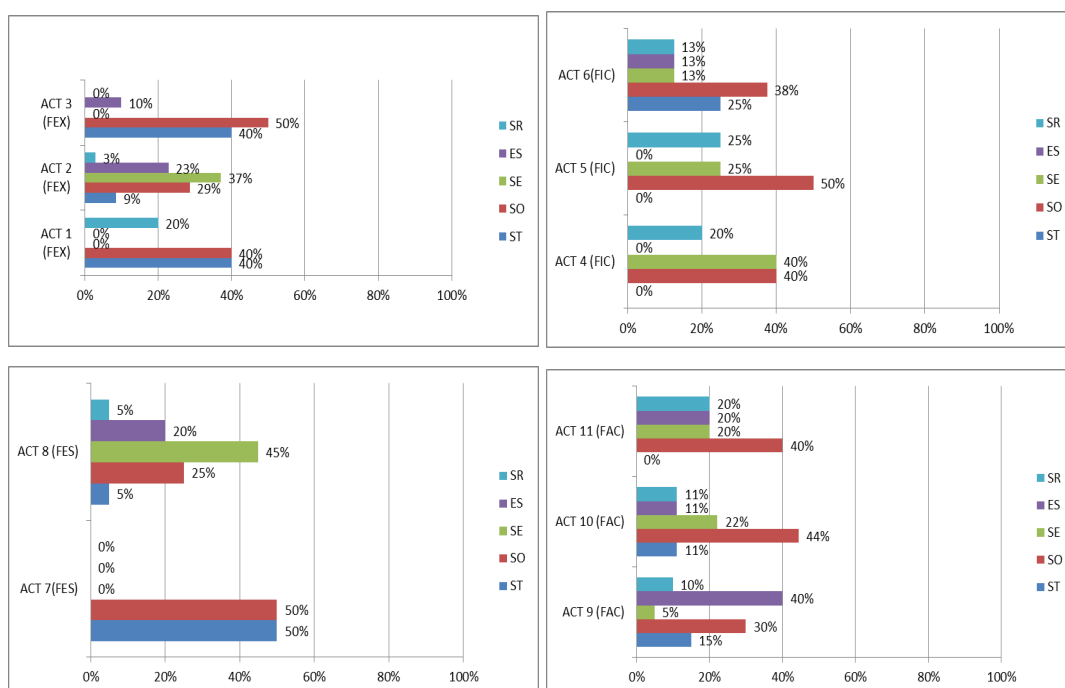


Figura 88: Gràfiques de distribució d'unitats de significat de cada activitat segons les categories de la dimensió Obertura del Sistema. Per ordre: fase d'exploració, fase d'introducció, fase d'estructuració i fase d'aplicació

- b) Taula amb la quantitat de categories presents en cada activitat. Una taula per dimensió.

Presència de categories de la dimensió OS en les activitats del grup II		
Fase	Activitat	Categories presents
FEX	Activitat 2	Hi tenen presència tres categories (60% de les categories)
	Activitat 4	Hi tenen presència cinc categories (100% de les categories)
	Activitat 5	Hi tenen presència tres categories (60% de les categories)
FIC	Activitat 9	Hi tenen presència tres categories (60% de les categories)
	Activitat 10	Hi tenen presència tres categories (60% de les categories)
	Activitat 11	Hi tenen presència cinc categories (100% de les categories)
FES	Activitat 20	Hi tenen presència dues categories (40% de les categories)
	Activitat 21	Hi tenen presència cinc categories (100% de les categories)
FAC	Activitat 22	Hi tenen presència cinc categories (100% de les categories)
	Activitat 24	Hi tenen presència cinc categories (100% de les categories)
	Activitat 25	Hi tenen presència quatre categories (80% de les categories)

Taula 84: Presència de categories de la dimensió OS en les activitats del grup II

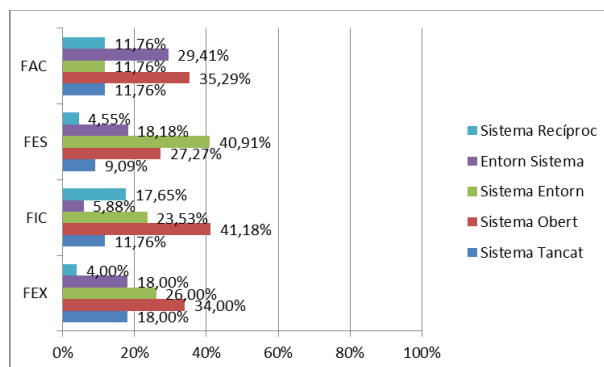


c) Taula amb la categoria predominant en cada activitat. Una taula per dimensió.

Categoria predominant de la dimensió OS en les activitats del grup II		
Fase	Activitat	Categoria predominant
FEX	Activitat 2	Cap categoria en concret
	Activitat 4	Sistema Entorn
	Activitat 5	Sistema Obert
FIC	Activitat 9	Cap categoria en concret
	Activitat 10	Sistema Obert
	Activitat 11	Sistema Obert
FES	Activitat 20	Cap categoria en concret
	Activitat 21	Sistema Entorn
FAC	Activitat 22	Entorn Sistema
	Activitat 24	Sistema Obert
	Activitat 25	Sistema Obert

Taula 85: Categoria predominant de la dimensió OS en les activitats del grup II

d) Gràfica de distribució de les fases de la unitat didàctica amb relació a les categories de cada dimensió. Una gràfica per cada dimensió. En la gràfica es mostra la distribució de les fases del cicle d'e-a de la unitat didàctica del grup II amb relació a les categories de la dimensió Obertura del Sistema:



Gràfica : % d'unitats de significat de cada fase distribuïts segons la categoria de la dimensió Obertura del Sistema a la qual pertanyen

e) Taula amb la quantitat de categories presents en cada fase. Una taula per dimensió.

Presència de categories de la dimensió 2 en les fases del grup II	
Fase	Categories presents
EX	Hi tenen presència cinc categories (100% de les categories)
IC	Hi tenen presència cinc categories (100% de les categories)
ES	Hi tenen presència cinc categories (100% de les categories)
AC	Hi tenen presència cinc categories (100% de les categories)

Taula 86: Quantitat de categories de la dimensió 2 presents en les fases de la unitat didàctica del grup II

f) Taula amb la categoria predominant en cada fase. Una taula per dimensió.

Categoria predominant de la dimensió 2 en les activitats del grup II	
Fase	Categoria predominant
EX	Categoria 2.2. Sistema Obert
IC	Categoria 2.2. Sistema Obert
ES	Categoria 2.3.a. Sistema Entorn
AC	Categoria 2.2. Sistema Obert

Taula 87: Categoria predominant de la dimensió 2 en les activitats de la unitat didàctica del grup II

- g) Gràfica de distribució de les categories en el conjunt de la unitat didàctica per cada dimensió. En la gràfica es mostra la distribució de les categories de la dimensió Obertura del Sistema al en el conjunt de la unitat didàctica del grup II.

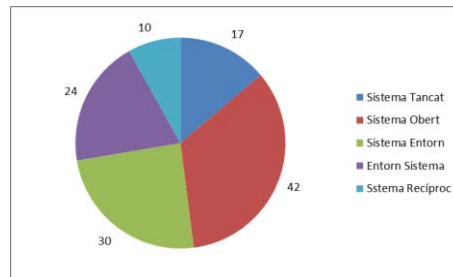


Figura 89: Gràfica de distribució total de les unitats de significat de la dimensió Obertura del Sistema en la unitat didàctica del grup II

L'organització dels resultats preliminars en aquestes gràfiques i taules permetrà continuar amb el següent pas que és l'aplicació de les eines d'interpretació i representació dels resultats relatius a les dimensions i a la unitat didàctica.

## V.3. Interpretació i representació dels resultats

El procés d'interpretació i representació dels resultats consisteix en aplicar a les gràfiques i taules de les dimensions i de la unitat didàctica les eines d'interpretació i representació dels resultats, que són el Gradient d'expressió de les dimensions (Gp) i al Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica (Pd), que donen lloc a l'obtenció dels resultats.

### V.3.1. Gradient d'expressió de les dimensions

A continuació es descriu el procés d'anàlisi aplicat per a obtenir el gradient d'expressió de les dimensions de l'instrument. Aquest procediment s'aplica a cadascuna de les cinc dimensions per als dos grups i per a les dues entrevistes, i consisteix en quatre passos: la caracterització de les categories de cada dimensió, incloent la seva descripció i les tendències, el gradient de presència de les categories, a continuació una caracterització de la dimensió finalment l'obtenció del gradient d'expressió de la dimensió per a cada dimensió i grup.

#### V.3.1.1. Pas 1. Caracterització de les categories

La caracterització de les categories consisteix en primer lloc en una descripció de les categories i en segon lloc en la identificació de tendències en les categories. A continuació es descriuen aquests dos procediments.

##### Descripció de les categories

A continuació es presenta un exemple de descripció de cada categoria de la dimensió 2 del grup II a partir dels paràmetres esmentats.

###### Categoria 2.1. Sistema Tancat

*Amb relació a la presència en les activitats, el major valor es troba en les fases d'exploració i estructuració, ja que la categoria és present en totes les activitats d'aquestes fases, mentre que la fase on és menys present és la fase d'IC, on només té presència en una de les tres activitats. Pel que fa a la distribució de la freqüència en les activitats en la FEX es reparteix entre les tres activitats, amb una freqüència majoritària en l'activitat 5, en la FIC en canvi, es concentra en l'activitat 11, en la FES es reparteix homogèniament entre les dues activitats i en la FAC presenta una freqüència majoritària en l'activitat 22. Per tant aquesta categoria en la majoria de casos te tendència a **presentar freqüències majoritàries en una de les activitats.***

*Pel que fa a la presència en les fases es distribueix de forma heterogènia en les quatre fases. La distribució de la freqüència és la següent: la seva major freqüència es troba en la fase d'exploració (53%), seguidament de la fase d'aplicació (24%). La seva freqüència en la resta de fases, introducció dels continguts i estructuració, és la mateixa (12%). Per tant **la seva freqüència disminueix al llarg de les fases, amb una lleugera pujada en la FAC.***

###### Categoria 2.2. Sistema Obert

*Amb relació a la presència en les activitats és l'única categoria on és present en totes activitats de cadascuna de les fases. Pel que fa a la distribució de la freqüència en les activitats en la FEX freqüència majoritària en l'activitat 4, en la FIC*

freqüència majoritària en l'activitat 11, en la FES freqüència majoritària en l'activitat 21 i en la FAC en l'activitat 24. Per tant, aquesta categoria té tendència a **presentar freqüències majoritàries en una de les activitats**.

Pel que fa a la presència en les fases és heterogènia en les quatre fases de la unitat didàctica. La distribució de la freqüència és la següent: la major freqüència de la categoria també se situa en la fase d'exploració (40%), seguida de la fase d'aplicació (29%), a continuació té una freqüència del 17% en la fase d'introducció dels continguts i un 14% en la fase d'estructuració. Per tant la seva freqüència disminueix al llarg de les fases, augmentant lleugerament cap al final.

#### Categoria 2.3. Sistema Entorn

Amb relació a la presència en les activitats, la categoria SE és present en totes les activitats de les fases d'IC i d'AC i en la meitat de les activitats de la fase d'ES. En canvi, té molt poca presència en la fase d'EX. Pel que fa a la distribució de la freqüència en les activitats en la FEX es concentra en l'activitat 4, en la FIC freqüència majoritària en l'activitat 9, en la FES es concentra en l'activitat 21 i finalment en la FAC freqüència majoritària en l'activitat 24. Per tant aquesta categoria té tendència a **presentar freqüències majoritàries en una única activitat i també es concentra en única activitat en algunes fases**.

Pel que fa a la presència en les fases es distribueix de forma heterogènia en les quatre fases. La distribució de la freqüència és la següent: una major freqüència en la fase d'exploració (43%). En aquest cas, la segona fase amb més unitats de significat d'aquesta categoria és la fase d'estructuració (30%). La resta de la seva presència es distribueix uniformement entre les fases d'introducció dels continguts i d'aplicació, amb un 13% de freqüència en cadascuna. Per tant, la seva freqüència té dos moments, disminuint en la segona fase, tornant a augmentar i amb un descens final.

#### Categoria 2.4. Entorn Sistema

Amb relació a la presència en les activitats, és present en totes les activitats de la FAC. En les fases d'EX i d'ES és present en la meitat o en una mica més de la meitat de les activitats de la fase, i la fase en la que té menys presència és la d'IC. Pel que fa a la distribució de la freqüència en les activitats en la FEX freqüència majoritària en l'activitat 4, en la FIC es concentra en l'activitat 11, en la FES es concentra en l'activitat 21 i finalment en la FAC freqüència majoritària en l'activitat 22. Per tant aquesta categoria té tendència a **presentar freqüències majoritàries en una única activitat i també es concentra en única activitat en algunes fases**.

Pel que fa a la presència en les fases, aquesta categoria presenta canvis en la distribució respecte les anteriors. La distribució de la freqüència és la següent: la major freqüència es troba en la fase d'aplicació (42%) seguidament de la fase d'exploració (38%). La resta de les unitats de significat es reparteixen entre la fase d'estructuració (17%) i la d'introducció dels continguts (4%). Per tant, la freqüència augmenta al llarg de les fases.

#### Categoria 2.5. Sistema Recíproc

Amb relació a la presència en les activitats, és present en el total d'activitats de les fases d'IC i d'AC, mentre que en les altres fases és present en la meitat o en dos terços de les activitats. Pel que fa a la distribució de la freqüència en les activitats en la FEX es distribueix homogeniament entre les activitats 2 i 4, en la FIC es distribueix homogeniament entre les tres activitats, en la FES es concentra en l'activitat 21 i finalment en la FAC freqüència majoritària en l'activitat 22. Per tant aquesta categoria no presenta freqüències majoritàries destacades sinó que es reparteix força homogeniament la seva freqüència en les activitats.

*Pel que fa a la presència en les fases és la que presenta una distribució més diferent a les altres categories. La distribució de la freqüència és la següent: així, el 40% de les seves unitats de significat es troba en la fase d'aplicació, i el 30% en la fase d'introducció. La resta de les unitats de significat es distribueixen en les altres fases, essent un 20% en la fase d'exploració i el 10% restant en la fase d'estructuració. Per tant, **la freqüència tendeix a augmentar al llarg de les fases de la unitat didàctica.***

## **Tendències identificades de les categories**

A continuació es presenta un exemple de descripció de tendències identificades en les categories de la dimensió 2 del grup II a partir dels paràmetres esmentats.

*Amb relació a la presència de les categories de la dimensió Obertura del Sistema en les activitats de la unitat didàctica del grup II, existeix una major variabilitat. La major proporció es troba en la categoria SO, ja que és present en totes les activitats de totes les fases de la unitat didàctica. A continuació la categoria SR ofereix una proporció força elevada ja que és present com a mínim en la meitat de totes les activitats de cada fase de la unitat didàctica. Finalment, en les altres categories ST, SE i ES la presència disminueix lleugerament: ST i SE són presents en totes les activitats de dues fases, en la meitat de les activitats d'una fase, i en una de les activitats de la fase restant. ES presenta proporcions lleugerament inferiors. **Per tant, la categoria de major complexitat de la dimensió Obertura del Sistema en el grup II és més present en les activitats que la categoria de menor complexitat.***

*Pel que fa a la presència de les categories de la dimensió Obertura del Sistema en les fases de la unitat didàctica del grup II s'observa poca variabilitat, ja que les cinc categories de la dimensió són presents en totes les quatre fases de la unitat didàctica. **Per tant, la presència de les categories de la dimensió Obertura del Sistema en les fases de la unitat didàctica del grup II és alta i no depèn de la complexitat de la categoria.***

*Pel que fa a la freqüència de les categories de la dimensió Obertura del Sistema en les activitats de la unitat didàctica del grup II les categories ST i SO presenten freqüències majoritàries en alguna activitat, les categories SE i ES presenten freqüències majoritàries en una única activitat, mentre que la categoria SR té tendència tant a repartir homogèniament la seva freqüència en les activitats, com a concentrar-se en una activitat, depenent de la fase de la unitat didàctica. **Per tant, a mesura que augmenta la complexitat en les categories de la dimensió Obertura del Sistema en el grup II aquestes presenten més diversitat de tendències pel que fa a la distribució de la freqüència.***

*Amb relació a la freqüència de les categories de la dimensió Obertura del Sistema en les fases de la unitat didàctica del grup II s'observa que la majoria de categories tendeixen a disminuir la seva freqüència al llarg de les fases i que obtenen el seu major valor, en general, en la fase d'exploració. Tot i així, es poden establir dues tendències clares: categories que tenen la major freqüència en la FEX (ST, SO, SE) i categories que tenen la major freqüència en la FAC (ES, SR). Així, la categoria de menor complexitat de la dimensió (ST) concentra la major freqüència a l'inici de la unitat didàctica, mentre que la categoria de major complexitat de la dimensió (SR) es troba sobretot al final de la unitat didàctica. **Per tant, els valors més elevats de freqüència de les categories de la dimensió Obertura del Sistema en el grup II es concentren a l'inici i el final de la unitat didàctica, i la freqüència de categories de major complexitat augmenta a mesura que s'avança en les fases de la unitat didàctica.***

Finalment, una visió de síntesi per al conjunt de les categories de la dimensió Obertura del Sistema del grup II permet afirmar que:

*Pel que fa a la presència i freqüència de les categories de la dimensió Obertura del Sistema en les activitats de la unitat didàctica del grup II, gairebé totes les categories són presents en el 100% de les activitats de com a mínim dues de les quatre fases de la unitat didàctica, tot i que les cinc categories presenten tendències diverses pel que fa a la distribució de la seva freqüència en les activitats.*

*Pel que fa a la presència i la freqüència de les categories de la dimensió Obertura del Sistema en les fases de la unitat didàctica del grup II, presenten valors elevats. Totes les categories són presents en les quatre fases. Pel que fa a la freqüència s'observen dues tendències que corresponen a les majors freqüències en les fases d'exploració o la d'aplicació.*

*Per tant, les categories de la dimensió Obertura del Sistema en el grup II es troben sobretot en les fases d'exploració i d'aplicació de la unitat didàctica, les categories de major complexitat són més presents en les activitats i presenten major diversitat pel que fa a la distribució de la freqüència que les categories de menor complexitat.*

### V.3.1.2. Pas 2. Gradient de presència de les categories

A partir de la informació proporcionada per les gràfiques i les taules es construeix la taula d'obtenció del gradient de presència de les categories i se n'interpreta el resultat:

	% activitats FEX on és present	% activitats FIC on és present	% activitats FES on és present	% activitats FAC on és present	% fases de la unitat didàctica on és present
ST	100%	33%	100%	67%	100%
SO	100%	100%	100%	100%	100%
SE	33%	100%	50%	100%	100%
ES	67%	33%	50%	100%	100%
SR	67%	100%	50%	100%	100%

Taula 88: Exemple de taula d'obtenció del gradient de presència de les categories dimensió 2, grup II

Representació cromàtica i gradient de presència de la categoria	
ST	Moderat-alt / Alt
SO	Alt
SE	Moderat-alt / Alt
ES	Moderat-alt
SR	Alt

Taula 89: Exemple de taula amb els valor cromàtics i qualitativs del gradient de presència de les categories de la dimensió 2, grup II

Per a cada categoria s'elabora un text descriptiu del gradient d'expressió i la seva interpretació. A continuació se'n mostra l'exemple per a les categories de la dimensió Obertura del Sistema, grup II:

*Una mirada global a les dades de l'exemple permet afirmar que la categoria Sistema Tancat és present en totes les fases de la unitat didàctica tal i com indica el valor de l'última columna, de manera que podria induir a assignar el valor més alt al gradient d'expressió. Ara bé, una mirada de concreció aporta la següent informació: la categoria és present en totes*

les activitats de la fase d'exploració i la fase d'estructuració, en dues activitats de la fase d'aplicació i en una activitat de la fase d'introducció. Per aquest motiu el gradient resultant se situaria entre el moderat-alt i l'alt.

La categoria Sistema Obert és present en les quatre fases de la unitat didàctica, i per tant li correspondria un gradient Alt. Una mirada més concreta permet afirmar que a més, aquesta categoria és present en totes les activitats de cadascuna d'aquestes fases, per tant efectivament el gradient de presència de la categoria és Alt.

La interpretació per a la categoria Sistema Entorn coincideix amb la de la categoria Sistema Tancat, ja que tot i ser present en les quatre fases de la unitat didàctica una mirada a la presència en les activitats fa disminuir el seu grau de presència passant d'un valor Alt a un valor entre el moderat-alt i l'alt.

Pel que fa a la categoria Entorn Sistema és present en les quatre fases de la unitat didàctica, i per tant li correspondria un gradient Alt. Una mirada més concreta als valors de presència de la categoria en les activitats fa evident que aquesta disminueix en tres fases, així la categoria és present en totes les activitats de la fase d'aplicació, en dues activitats de la fase d'exploració i en una activitat de la fase d'introducció i d'estructuració. Per aquest motiu el gradient resultant se situa en el moderat-alt.

Finalment la categoria Sistema Recíproc també s'és present en les quatre fases de la unitat didàctica, i per tant li correspondria un gradient Alt. Una mirada més concreta permet afirmar que a més, aquesta categoria és present en totes les activitats de dues de les fases, i en la majoria de les activitats de les altres fases per tant efectivament el gradient de presència de la categoria és Alt.

### V.3.1.3. Pas 3. Caracterització de la dimensió

El tercer pas consisteix a caracteritzar la dimensió a partir de la informació que proporciona la gràfica de freqüències.

A continuació es mostra un quadre resum a mode de recordatori amb els resultats de les categories:

<b>Expressió de les categories en les fases i activitats</b>	
2.1. Sistema tancat	Present en totes les fases Fase en la que predomina: FEX 100% de presència en 2 fases, 67% i 33% tendència a presentar freqüències majoritàries en una de les activitats <i>Moderat-alt/Alt</i>
2.2. Sistema Obert	Present en totes les fases Fase en la que predomina: FEX 100% de presència en 4 fases tendència a presentar freqüències majoritàries en una de les activitats <i>Alt</i>
2.3. Sistema Entorn	Present en totes les fases Fase en la que predomina: FEX 100% de presència en 2 fases, 50% i 33% tendència a concentrar la seva freqüència en una única activitat i a presentar freqüències majoritàries en una de les activitats <i>Moderat-alt/Alt</i>
2.4. Entorn Sistema	Present en totes les fases Fase en la que predomina: FAC 100% de presència en 1 fases, 50% en dues, 33% en l'altra tendència a concentrar la seva freqüència en una única activitat i a presentar freqüències majoritàries en una de les activitats <i>Moderat-alt</i>
2.5. Sistema	Present en totes les fases

Recíproc	Fase en la que predomina: FAC 100% de presència en 2 fase, 50% en les altres dues Tendència a repartir la freqüència homogèniament <i>Alt</i>
PRESENCIA	<i>Presència elevada de totes les categories i activitats. Les categories de major complexitat són presents en més activitats que les categories de menor complexitat.</i>
FREQ- ÜÈNCIA	<i>Els valors més elevats de freqüències de les categories es concentren en les fase inicial i final del cicle. Les categories presenten tendències diverses pel que fa a la distribució de la seva freqüència en les activitats i a mesura que augmenta la complexitat de la categoria aquestes presenten tendències més diverses.</i>

Taula 90: Resum de les visions de síntesi de l'expressió de les categories en les activitats, en les fases i en el conjunt de la UD

A continuació es presenta un text d'exemple que acompanya la taula:

*Pel que fa a la **presència de les categories de la dimensió**, en el conjunt hi són presents totes les categories. La presència de les categories en les fases és també elevada, destacant que totes les categories són presents en totes les fases i que la categoria de major complexitat és més present en més activitats de cada fase que no pas la categoria de menor complexitat. En general quatre de les categories són presents en el 100% de les activitats de dues fases. Les categories presenten tendències diverses pel que fa a la distribució de la seva freqüència en les activitats i a mesura que augmenta la complexitat de la categoria aquestes presenten tendències més diverses. Per tant, pel que fa a la presència de les categories aquesta presenta una relació directa amb la complexitat de la categoria, així, a més complexitat més presència en les activitats.*

*La categoria amb una **freqüència més elevada** en el total de la unitat didàctica és la categoria Sistema Obert. Seguidament les categories tenen freqüències diverses: Sistema Entorn (24%), Entorn Sistema (20%) i Sistema Tancat (14%). La categoria amb **una freqüència menor** en la unitat didàctica és la categoria Sistema Recíproc (8%).*

*Un cop d'ull a les categories de **major i menor complexitat present** permet afirmar que la categoria de major complexitat present en la unitat didàctica és la categoria Sistema Recíproc, la de major complexitat possible, i la categoria de menor complexitat present en la unitat didàctica és la categoria Sistema Tancat, la de menor complexitat possible.*

*Amb relació al **grau d'expressió de les categories** totes es mouen en l'espai entre moderat-alt i alt, essent les categories SO i SR les que presenten un major grau d'expressió (Alt) i la categoria ES la que presenta un grau d'expressió inferior (moderat-alt).*

#### V.3.1.4. Pas 4. Gradient d'expressió de la dimensió

A partir de la informació proporcionada per les gràfiques i les taules es construeix la taula d'obtenció del gradient de d'expressió de la dimensió i se n'interpreta el resultat segons els procediments explicats en el capítol IV.

En la taula a continuació es mostra com a exemple el gradient d'expressió de la dimensió Obertura del Sistema, grup II:

	Presència total de categories (%)	Categoria amb major freqüència	Categoria amb menor freqüència	Categoria de major complexitat present	Categoria de menor complexitat present
Valor numèric o categoria corresponent	100	SO	SR	Sí	Sí
Valor qualitatiu	Alt	Moderat	Alt	Alt	Baix
Valor cromàtic 1					



Interpretació	Alt	Alt	Moderat	Alt	Moderat
Valor cromàtic II					

Taula 91: Exemple de taula d'obtenció del gradient d'expressió de la dimensió 2, grup II

Grau d'expressió de la dimensió 2 en la unitat didàctica del grup II abans de la interpretació	Moderat-alt/alt
Grau d'expressió de la dimensió 2 en la unitat didàctica del grup II després de la interpretació	Alt

Taula 92: Valor del gradient d'expressió de la dimensió 2 en la unitat didàctica del grup II

A continuació es presenta un exemple del text que acompanya aquestes taules:

*Per tal d'interpretar els valors explicats i obtenir l'emergència per al grau d'expressió cal tenir en compte la informació proporcionada per la taula, segons la qual totes les categories de la dimensió són presents i a més en proporcions força semblants entre elles. La categoria de major freqüència és una categoria que correspon a un nivell moderat de complexitat (SO) i que té un grau d'expressió alt. Mentre que la categoria de menor freqüència del conjunt de la dimensió respon al nivell més elevat de complexitat dins del continuïum (SR) però és una categoria que ha obtingut un grau d'expressió Alt. Pel que fa a les categories dels extrems, tant la de major complexitat com la de menor complexitat possible hi són presents, ST amb grau d'expressió entre moderat-alt/alt i SR amb grau d'expressió Alt. Per tot això, el valor del Gradient d'expressió de la dimensió Obertura del Sistema en la unitat didàctica del grup II és alt.*

Finalment s'elabora un diagrama de relació entre el gradient de presència i el grau de complexitat en les categories. Aquest diagrama s'elabora a mode síntesi i s'hi relaciona el valor del gradient de presència de les categories (eix abscisses) i el grau de complexitat de la categories (eix ordenades), i permet visualitzar la naturalesa de la relació entre aquests dos aspectes i a representar les tendències de comportament de les categories.

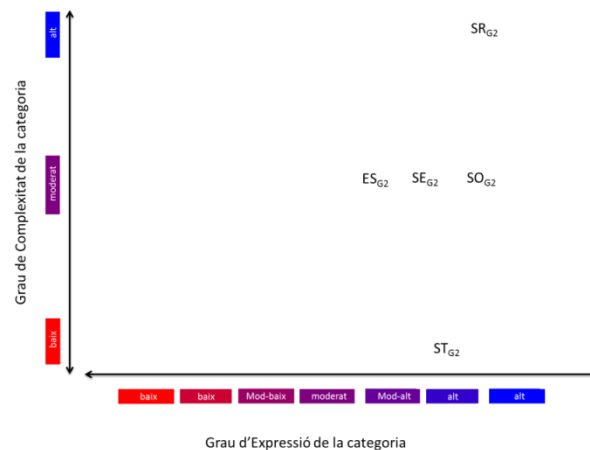


Figura 90: Exemple de diagrama de relació entre el gradient de presència i el grau de complexitat en les categories, dimensió 2, grup II

## V.3.2. Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica

A continuació es descriu el procés d'anàlisi aplicat per a obtenir el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica per a les dimensions de l'instrument. Aquest procediment s'aplica a les unitats didàctiques d'ambdós grups per a cadascuna de les cinc dimensions, i consisteix en quatre passos: la caracterització de les activitats i les fases de la unitat didàctica, incloent la seva descripció i les tendències, el potencial de desenvolupament de les fases de la unitat didàctica, a continuació una caracterització de la unitat didàctica i finalment l'obtenció del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica per a grup i dimensió.

### V.3.2.1. Pas 1. Caracterització de les activitats i les fases de la unitat didàctica

La caracterització de les activitats de la unitat didàctica consisteix en primer lloc en una descripció de les activitats i les fases de la unitat didàctica, i en segon lloc en la identificació de tendències en les activitats i les fases de la unitat didàctica. A continuació es descriuen aquests dos procediments.

#### Descripció de les activitats de la unitat didàctica

A continuació es mostra un exemple del text que descriu les activitats de la unitat didàctica:

##### Activitats de la fase d'exploració

*Pel que fa a la **presència de categories en les activitats**, s'observen dues tendències, destacant que en totes les activitats hi ha com a mínim, la presència del 60% de les categories de la dimensió, augmentant la quantitat de categories presents a mesura que avancen les activitats de la fase. Si ens fixem en la **categoria predominant** observem diverses tendències però la majoritària és de predomini de categories de complexitat moderada.*

*Amb relació al **contínuum simple/complex**, en totes les activitats hi ha presència de la categoria de menor complexitat (ST), sobretot en les activitats 2 i 5. En canvi, la categoria de major complexitat (SR), és present en les activitats 2 i 4. Pel que fa a la resta de categories, corresponent a un grau de complexitat moderada, són presents en les tres activitats. En concret, en l'activitat 2 hi ha presència de categories de complexitat baixa, moderada i elevada, essent la de menor complexitat present ST i la de major complexitat present en l'activitat, SR. En l'activitat 4 hi ha presència de totes les categories. Finalment, en l'activitat 5 hi ha presència de categories de complexitat baixa i moderada, essent la de menor complexitat present ST i la de major complexitat present en l'activitat, ES.*

##### Activitats de la fase d'introducció

*Pel que fa a la **presència de categories en les activitats**, s'observen dues tendències, destacant que en totes les activitats hi ha com a mínim, la presència del 60% de les categories de la dimensió, augmentant la quantitat de categories presents a mesura que avança la fase. Amb relació a la **categoria predominant** s'observen diverses tendències, destacant que en la majoria d'activitats hi predomina la categoria Sistema Obert.*

*Amb relació al **contínuum simple/complex**, només en l'última activitat hi ha presència de la categoria de menor complexitat (ST). En canvi, en totes les activitats hi ha presència de la categoria de major complexitat (SR), tot i que*

amb freqüències diverses. La resta de categories, corresponent a un grau de complexitat moderada, són presents en les tres activitats. En concret, en l'activitat 9 hi ha presència de categories de complexitat moderada i elevada, essent la de menor complexitat present SO i la de major complexitat present en l'activitat, SR. En l'activitat 10 es repeteix el mateix patró. I finalment, en l'activitat 11 hi ha presència de totes les categories.

#### Activitats de la fase d'estructuració

Pel que fa a la **presència de categories en les activitats**, s'observen tendències molt diferenciades entre les dues, ja que en la primera activitat hi tenen presència un dues categories, mentre que en l'altra totes hi són presents. Amb relació a la **categoria predominant** s'observen també tendències ben diferenciades entre les dues activitats, ja que en la primera activitat no hi predomina cap categoria i en canvi en la segona hi predomina la categoria Sistema Entorn.

Amb relació al **contínuum simple/complex**, en les dues activitats hi ha la presència de la categoria de menor complexitat (ST), si bé en proporcions molt diferenciades. En canvi, només en una activitat hi ha la presència de major complexitat (SR), tot i que amb una freqüència molt baixa. La resta de categories, corresponents a un grau de complexitat moderada, són presents en proporcions força majoritàries en les dues activitats. Així, en l'activitat 20 hi ha presència de categories de complexitat baixa i moderada, essent la de menor complexitat present ST i la de major complexitat present en l'activitat, SO. En canvi en l'activitat 21 hi ha presència de totes les categories.

#### Activitats de la fase d'aplicació dels continguts

Pel que fa a la **presència de categories en les activitats**, es poden establir dues tendències si bé en totes les activitats hi ha, com a mínim, la presència del 80% de les categories de la dimensió. Amb relació a la **categoria predominant** es poden establir diverses tendències, destacant que en la majoria d'activitats hi predomina la categoria Sistema Obert.

Amb relació al **contínuum simple/complex**, en dues de les tres activitats hi ha presència de la categoria de menor complexitat (ST). En canvi, en totes les activitats hi ha la presència de la categoria de major complexitat (SR), tot i que amb freqüències diverses. La resta de categories, corresponents a un grau de complexitat moderada, són presents en les tres activitats. Més concretament, en les activitats 22 i 24 hi ha presència de totes les categories, i en l'activitat 25 hi ha presència de categories de complexitat moderada i alta, essent la de menor complexitat present SO i la de major complexitat present en l'activitat, SR.

## **Descripció de les fases de la unitat didàctica**

A continuació es mostra un exemple del text que descriu les activitats de la unitat didàctica:

#### Fase d'exploració

Pel que fa a la **presència de categories en el conjunt de la fase** es pot observar que en el conjunt de la fase existeix presència de totes les categories, distribuïdes de forma heterogènia, essent la categoria SO la que predomina (34%) per sobre de les altres, seguida de les categories SE (26%), ST (18%) i ES (18%), i finalment SR, categoria amb la presència menor (4%). Per tant, la categoria de major complexitat present en aquesta fase és la categoria SR, mentre que la categoria de menor complexitat present en aquesta fase és la categoria ST.

En resum, la presència de categories en el conjunt de la fase és elevada i en les activitats és moderada-elevada. D'altra banda, destacar que la categoria amb una major freqüència correspon a una categoria de complexitat moderada. I que la categoria amb una menor freqüència correspon a la categoria de major complexitat de la dimensió.

Fase d'introducció dels continguts

*Pel que fa a la **presència de categories en el conjunt de la fase** també es constata presència de totes les categories i altra vegada la categoria predominant és la categoria SO amb una freqüència del 41%. A continuació la resta de categories es distribueixen d'aquesta manera: la categoria SE (24%), la categoria SR (18%), la categoria ST amb una freqüència del 12%, i finalment la categoria amb menys presència és la categoria ES (6%). Per tant, la categoria de major complexitat present en aquesta fase és la categoria SR, mentre que la categoria de menor complexitat present en aquesta fase és la categoria ST.*

*En resum, la presència de categories en el conjunt de la fase és elevada i en les activitats és moderada-elevada. D'altra banda, destacar que tant la categoria amb una major freqüència com la categoria amb una menor freqüència corresponen a una categoria de complexitat moderada.*

Fase d'estructuració

*Pel que fa a la **presència de categories en el conjunt de la fase** també hi ha la presència de totes les categories de la dimensió, amb una categoria clarament dominant, en aquest cas és la categoria SE amb una freqüència del 41%, seguida de les categories SO (27%), ES (18%), ST (9%) i la categoria SR amb la menor presència (5%). En aquesta fase es repeteix el fet que la categoria de major complexitat present és la SR i la de menor complexitat present és la ST, coincidint amb els extrems del contínuum.*

*En resum, la presència de categories en el conjunt de la fase és elevada i en les activitats és baixa i elevada, segons l'activitat. D'altra banda, destacar que la categoria amb una major freqüència correspon a una categoria de complexitat moderada. I que la categoria amb una menor freqüència correspon a la categoria de major complexitat de la dimensió.*

Fase d'aplicació

*Pel que fa a la **presència de categories en el conjunt de la fase** també hi ha presència de totes les categories amb predominança de la categoria SO amb una freqüència del 35%. En aquest cas la distribució de les altres categories és més homogènia, essent la categoria ES amb una freqüència del 29% i les categories ST, SE i SR amb freqüència del 12%. Igual que en la resta de fases la categoria de major complexitat present és la SR i la de menor complexitat present és la ST.*

*En resum, la presència de categories tant en el conjunt com en les activitats és elevada. D'altra banda, destacar que la categoria amb una major freqüència correspon a una categoria de complexitat moderada. I que la categoria amb una menor freqüència correspon a tres categories, dels tres graus de complexitat. Aquest patró es repeteix també en les activitats d'aquesta fase.*

**Tendències identificades en les activitats de la unitat didàctica**

A continuació es mostra un exemple del text que descriu les tendències identificades en les activitats de la unitat didàctica:

*Les activitats de la fase d'exploració de la unitat didàctica del grup II es caracteritzen per una presència moderada-elevada de categories de la dimensió Obertura del Sistema, amb un augment amb les activitats. una predominança de les categories de complexitat baixa i moderada en totes les activitats, mentre que la categoria de major complexitat possible és present només en les activitats inicials. Així, el grau de complexitat en les activitats de la fase d'exploració de la unitat didàctica del grup II disminueix amb les activitats.*

*Les activitats de la fase d'introducció de la unitat didàctica del grup II es caracteritzen per una presència moderada-elevada de categories de la dimensió Obertura del Sistema, augmentant amb les activitats. predomini de categories de complexitat moderada en totes les activitats, mentre que la categoria ST és present només en l'última activitat. La categoria de major complexitat és present en totes les activitats de la fase amb un lleuger descens de la seva freqüència en l'activitat final. Així, tot i que es podria concloure que la complexitat en les activitats de la fase d'introducció disminueix amb les activitats, en aquest cas es prioritza que la presència de la categoria SR es manté al llarg de les activitats. **Per tant es pot afirmar que el grau de complexitat es manté en les tres activitats de la fase d'introducció de la unitat didàctica del grup II.***

*Les activitats de la fase d'estructuració de la unitat didàctica del grup II es caracteritzen per una presència baixa - moderada de les categories de la dimensió Obertura del Sistema, augmentant la quantitat de categories presents a mesura que avança la fase. La presència de la categoria de menor complexitat es manté en les dues activitats mentre que la categoria de major complexitat, SR, és present només en la segona activitat. **Així, el grau de complexitat en les activitats de la fase d'estructuració de la unitat didàctica del grup II augmenta amb les activitats.***

*Les activitats de la fase d'aplicació de la unitat didàctica del grup II es caracteritzen per una elevada presència de les categories de la dimensió Obertura del Sistema, tot i que disminueix lleugerament en l'activitat final. predomini de categories de complexitat moderada. La freqüència de la categoria de menor complexitat disminueix cap al final de la fase, en canvi, la categoria de major complexitat és present en totes les activitats, augmentant la seva freqüència cap al final. **Així, el grau de complexitat en les activitats de la fase d'aplicació de la unitat didàctica del grup II augmenta amb les activitats.***

Una visió de síntesi per al conjunt de les activitats permet afirmar que:

*Pel que fa a la presència de categories de la dimensió Obertura del Sistema en les activitats de la unitat didàctica del grup II, és elevada i majoritàriament augmenta amb les activitats de cada fase. Podent afirmar que en quasi totes les activitats hi ha la presència de com a mínim el 60% de les categories de la dimensió.*

*Amb relació a les categories predominants s'observa una tendència majoritària de **predomini de categories de complexitat moderada**. Pel que fa a la categoria de major complexitat present, en la meitat d'activitats correspon a la categoria SR, i en la resta a una categoria de complexitat moderada. Pel que fa a la categoria de menor complexitat present en les activitats, en la majoria correspon a la categoria ST, amb excepció de dues activitats on és SO.*

*Pel que fa a la distribució del grau de complexitat s'observen dues tendències. En les activitats de la FEX la tendència és a disminuir el grau de complexitat amb les activitats dins la fase, mentre que en les activitats de la resta de fases el grau de complexitat augmenta amb les activitats.*

## **Tendències identificades en les fases de la unitat didàctica**

A continuació es mostra un exemple del text que descriu les tendències identificades en les fases de la unitat didàctica:

*Pel que fa a la presència de categories de la dimensió Obertura del Sistema en les fases de la unitat didàctica del grup II, es pot afirmar que en totes les fases hi ha presència de totes les categories, amb freqüències diferents. **Així, la presència de categories de la dimensió Obertura del Sistema presenta valors elevats en totes les fases de la unitat didàctica del grup II i es manté amb les fases.***

*Pel que fa a la categoria de major freqüència hi ha poca variabilitat ja que només canvia en una fase. Així, la categoria de la dimensió Obertura del Sistema amb una major freqüència en la unitat didàctica del grup II és la categoria SO excepte en la fase d'estructuració on la categoria amb major freqüència és la categoria SE. **Per tant, la categoria de la dimensió Obertura del Sistema amb una major freqüència en la unitat didàctica del grup II es manté al llarg de les fases i correspon a un grau de complexitat moderat.***

*En canvi, la categoria de la dimensió Obertura del Sistema amb una menor freqüència en la unitat didàctica del grup II presenta una variabilitat més elevada. A l'inici de la unitat didàctica aquesta és la categoria SR, a continuació en la fase d'introducció la categoria amb menys freqüència és la categoria ES i en la fase d'estructuració torna a ser la categoria SR. Finalment, en la fase d'aplicació dels continguts hi ha tres categories que comparteixen la menor freqüència en la fase: ST, SE i SR. **Per tant, la categoria de la dimensió Obertura del Sistema amb una menor freqüència en la unitat didàctica del grup II canvia al llarg de les fases tot i que majoritàriament correspon a una categoria de grau de complexitat elevat.***

*Amb relació a la categoria de major complexitat present de la dimensió Obertura del Sistema en la unitat didàctica del grup II la variabilitat és molt baixa ja que aquesta és la mateixa en totes les fases, essent la categoria SR. **Per tant, la categoria de major complexitat present de la dimensió Obertura del Sistema en la unitat didàctica del grup II correspon a la categoria SR, que és la de major complexitat possible de la dimensió.***

*Finalment, pel que fa a la categoria de menor complexitat present de la dimensió Obertura del Sistema en la unitat didàctica del grup II la variabilitat també és molt baixa ja que aquesta és la mateixa en totes les fases, essent la categoria ST. **Per tant, la categoria de menor complexitat present de la dimensió Obertura del Sistema en la unitat didàctica del grup II correspon a la categoria ST, que és la de menor complexitat possible de la dimensió.***

Una visió de síntesi per al conjunt de les fases permet afirmar que:

*Pel que fa a la presència de categories de la dimensió Obertura del Sistema en les fases de la unitat didàctica del grup II, aquesta es manté, ja que **totes les fases de la unitat didàctica del grup II tenen les presència de totes les categories de la dimensió Obertura del Sistema .***

*Pel que fa a la freqüència de les categories, la categoria amb una major freqüència correspon a grau de complexitat moderat. Mentre que la categoria amb una menor freqüència majoritàriament correspon a una categoria de grau de complexitat alt.*

*Pel que fa a les categories de major i menor complexitat presents la variabilitat és baixa. En el primer cas correspon a la categoria de major complexitat possible i en el segon cas a la categoria de menor complexitat possible.*

*Els valors per al Potencial de desenvolupament de la dimensió Obertura del Sistema de les fases de la unitat didàctica del grup II t es mou entre valors moderats i moderats-altos en el conjunt, arribant al nivell màxim en les fases d'exploració i d'aplicació.*

### V.3.2.2. Pas 2. Potencial de desenvolupament de les fases de la unitat didàctica

A partir de la informació proporcionada per les gràfiques i les taules es construeix la taula d'obtenció del potencial de desenvolupament de cada fase i se n'interpreta el resultat, tal i com es mostra en la següent taula:

	% categories presents	categoria major freqüència	categoria menor freqüència	categoria de major complexitat present	categoria de menor complexitat present	Representació cromàtica i potencial de desenvolupament de la fase
act2	60%	ST / SO	SR	SR	ST	
act4	100%	SE	SR	SR	ST	
act5	60%	SO	ES	ES	ST	
<b>FEX</b>	<b>100%</b>	<b>SO</b>	<b>SR</b>	<b>SR</b>	<b>ST</b>	
<b>emergència</b>						<b>Moderat-alt</b>
act9	60%	SO/SE	SR	SR	SO	
act10	60%	SO	SE/SR	SR	SO	
act11	100%	SO	SE/ES/SR	SR	ST	
<b>FIC</b>	<b>100%</b>	<b>SO</b>	<b>ES</b>	<b>SR</b>	<b>ST</b>	
<b>emergència</b>						<b>Moderat-alt/alt</b>
act20	40%	ST/SO	ST/SO	SO	ST	
act21	100%	SE	ST/SR	SR	ST	
<b>FES</b>	<b>100%</b>	<b>SE</b>	<b>SR</b>	<b>SR</b>	<b>ST</b>	
<b>emergència</b>						<b>Moderat</b>
act22	100%	ES	SE	SR	ST	
act24	100%	SO	ST, ES, SR	SR	ST	
act25	80%	SO	SE/ES/SR	SR	SO	
<b>FAC</b>	<b>100%</b>	<b>SO</b>	<b>ST, SE, SR</b>	<b>SR</b>	<b>ST</b>	
<b>emergència</b>						<b>Moderat-alt/alt</b>

Taula 93: Exemple de taula per obtenir el Potencial de desenvolupament de les fases del cicle d'e-a per a la dimensió OS per al grup II

En la següent figura es mostra la variabilitat del potencial desenvolupament al llarg de les fases per a la dimensió, obtingut a partir de la representació cromàtica mostrat en la taula anterior:

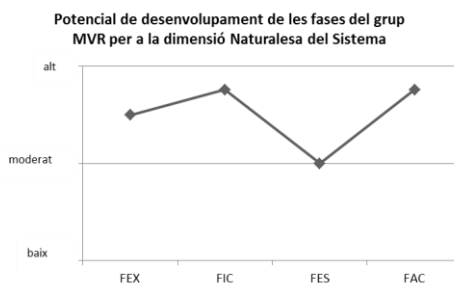


Figura 91: Exemple de Potencial de desenvolupament de les fases del grup II per a la dimensió Obertura del Sistema

A continuació es presenta un exemple de text descriptiu del Potencial de desenvolupament de la fase d'exploració. Aquest text es fa per a cadascuna de les fases de la unitat didàctica.

Per al primer paràmetre es pot observar com en el conjunt de la fase hi ha presència de totes les categories i per tant el valor qualitatiu d'aquest paràmetre és alt. Una mirada als valors d'aquest paràmetre en les activitats de la fase permet veure que només en una de les activitats hi ha presència de totes les categories i en canvi en les altres n'hi ha el 60% (presència moderada). De manera que en interpretar el paràmetre el valor resultant serà inferior al valor qualitatiu, en aquest cas lleugerament menor i per això passa d'alt a moderat-alt.

Per al segon paràmetre la categoria amb major freqüència en el conjunt de la fase és la categoria SO, categoria de complexitat moderada i per tant el valor qualitatiu corresponent és moderat. Una mirada a les activitats permet veure que la categoria de major freqüència és diferent tot i que en la majoria dels casos també pertany a una categoria de complexitat moderada. Per això el valor per a la interpretació no canvia i es manté com moderat.

Per al tercer paràmetre el valor per a la categoria de menor freqüència de la fase correspon a la categoria SR i per tant el valor qualitatiu corresponent és alt. Els valors del paràmetre per a les activitats són en la majoria de casos el mateix o una categoria de complexitat moderada, per això es considera que el valor de la interpretació es manté ja que els valors de les activitats són molt similars. A més, en el cas d'aquest paràmetre la interpretació es duu a terme de forma inversa a la complexitat de la categoria, ja que es valora a la baixa que la categoria de menor freqüència sigui la de major complexitat possible. Per això el valor final disminueix lleugerament passant d'Alt a moderat.

Per al quart paràmetre el valor per a la fase correspon a la categoria SR i per tant el valor qualitatiu corresponent és alt. El paràmetre indica la categoria de major complexitat present i en aquest cas és la categoria de major complexitat possible. Els valors del paràmetre per a les activitats són en la majoria de casos el mateix o una categoria de complexitat moderada, per això es considera que el valor de la interpretació es manté ja que els valors de les activitats són molt similars.

Per al cinquè paràmetre el valor per a la fase i les activitats correspon a la categoria ST i per tant el valor qualitatiu corresponent és baix. En aquest cas el valor de la interpretació no varia ja que els valors per a les activitats i les fases és el mateix i perquè en aquest cas l'assignació del valor en la interpretació es realitza en funció de la complexitat de la categoria que és baixa.

**Per tot això el potencial de desenvolupament de la fase d'exploració és entre moderat-alt i alt.**

### V.3.2.3. Pas 3. Caracterització de la unitat didàctica

El tercer pas consisteix a caracteritzar la unitat didàctica a partir de la informació que proporciona la gràfica de freqüències i de recollir les característiques de les fases explicades en el pas 1.

En la taula següent es proporciona un resum de les característiques identificades de les activitats i les fases:

Fase	Resum
FEX	Activitats: Presència moderada del conjunt de les categories, amb un augment amb les activitats (60-100-60) Grau de complexitat disminueix amb les activitats Conjunt fase: Presència total categories: 5/5 +/- freqüència: SO/SR +/- complexitat present: SR/ST moderat-baix



FIC	Activitats: Presència moderada del conjunt de les categories, amb un augment amb les activitats (60-60-100) Grau de complexitat es manté: baixa presència de la categoria de menor complexitat mentre que la categoria de major complexitat és present en totes les activitats de la fase Conjunt fase: Presència total categories: 5/5 +/- freqüència: SO/ES +/- complexitat present: SR/ST moderat
FES	Activitats: Presència moderada-baixa del conjunt de les categories, amb un augment amb les activitats (40-100) Grau de complexitat augmenta amb les activitats Presència de totes les categories Conjunt fase: Presència total categories: 5/5 +/- freqüència: SE/SR +/- complexitat present: SR/ST baix
FAC	Activitats: Presència alta del conjunt de les categories, amb una disminució amb les activitats (100-100-80) Grau de complexitat augmenta amb les activitats Presència de totes les categories Conjunt fase: Presència total categories: 5/5 +/- freqüència: SO/diverses +/- complexitat present: SR/ST elevat
<b>Resum paràmetres</b>	
Presència total	Augmenta amb les fases tot i que amb un descens lleuger en la FES
Major freqüència	Es manté al llarg de les fases i correspon a un grau de complexitat moderat
Menor freqüència	Canvia al llarg de les fases tot i que majoritàriament correspon a una categoria de grau de complexitat elevat.
Major C	Correspon a la categoria de major complexitat possible
Menor C	Correspon a la categoria de menor complexitat possible
Resum potencial fases	En general augmenta al llarg de les fases amb un lleuger descens en la fase d'estructuració

Taula 94: Exemple de taula resum de les característiques de les activitats i les fases de la unitat didàctica. Dimensió 2, grup II

A continuació es presenta un exemple del text que acompanya la taula i que descriu les característiques de la unitat didàctica en funció de sis paràmetres, tal i com s'ha explicat prèviament.

*En valorar el conjunt de la unitat didàctica es pot afirmar que hi ha **presència** de totes les categories de la dimensió. A nivell de fases també s'observa que en les quatre fases hi ha presència de les cinc categories. Finalment, a nivell d'activitats la presència de categories és entre moderada i alta, així, de les onze activitats n'hi ha cinc on hi són totes les categories, i en la resta d'activitats majoritàriament hi ha tres de les cinc categories de la dimensió.*

*Un cop d'ull a les **freqüències** permet destacar que la categoria amb **major freqüència** en el conjunt correspon a un nivell de complexitat moderat, tendència que es manté en les fases i en la majoria de les activitats, exceptuant alguna activitat on la categoria amb major freqüència és ST. Pel que fa a la categoria de **menor freqüència**, en el conjunt corresponen a la categoria de major complexitat. A nivell de fases aquesta tendència es repeteix en dues fases, i en les altres dues la categoria de major freqüència correspon a graus de complexitat baixa, moderada i/o alta. A nivell d'activitats hi ha molta variabilitat però en la majoria també és la categoria SR compartida amb d'altres.*

Pel que fa a la **categoría de major complexitat present** en el conjunt, aquesta correspon a la categoría SR, igual que en totes les fases i en la majoria de les activitats. En aquelles activitats on SR no ocupa aquest paràmetre ho fan les categorías SO i ES.

Un cop d'ull a la categoría de **menor complexitat present** en el conjunt permet afirmar que aquesta és la de menor complexitat possible, tendència que es manté en totes les fases i en la majoria d'activitats. En aquelles activitats on ST no ocupa aquest paràmetre ho fa la categoría SO.

#### V.3.2.4. Pas 4. Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica

A partir de la informació proporcionada per les gràfiques i les taules es construeix la taula d'obtenció del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica i se n'interpreta el resultat segons els procediments explicats en el capítol IV.

En la taula a continuació es mostra com a exemple el Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup II per a la dimensió Obertura del Sistema:

	Presència total de categories	Categoría amb major freqüència	Categoría amb menor freqüència	Categoría de major complexitat present	Categoría de menor complexitat present
Valor numèric o qualitatiu	100%	SO	SR	SR	ST
Valor qualitatiu	Alt	Moderat	Alt	Alt	Baix
Valor cromàtic 1					
Interpretació	Alt	Moderat	Moderat	Alt	Baix
Valor cromàtic II					

Taula 95: Exemple de taula per a obtenir el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup II per a la dimensió Obertura del Sistema

Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup II dimensió 2 abans interpretació	Moderat-alt/ Alt
Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup II dimensió 2 després interpretació	Moderat-alt

Taula 96: Representació cromàtica del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica per a la dimensió Obertura del Sistema en el grup II

A continuació es mostra un exemple del text que acompanya aquestes taules i que descriu el Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica per a la dimensió Obertura del Sistema, del grup II:

Pel que fa a la categoría de major freqüència correspon a Sistema Obert, una categoría de complexitat moderada, que predomina en quasi totes les activitats. En el cas contrari, la categoría Sistema Recíproc és la de menor freqüència, però destaca que la seva presència en la majoria d'activitats tot i que sigui en freqüències baixes. En aquest sentit però, es pot afirmar que la freqüència de les categorías manté una relació inversa a la seva complexitat. Finalment, la categoría de major complexitat present és SR en el conjunt, en totes les fases i en la majoria d'activitats. La categoría de menor complexitat present és ST, també en el conjunt, en totes les fases i en la majoria d'activitats. Finalment, Amb relació al potencial de desenvolupament de les fases aquestes es mouen entre el potencial moderat-alt de la FEX, augmentant fins al potencial entre moderat-alt i alt de la FIC, a continuació la FES disminueix fins a un potencial moderat i finalment la FAC torna a presentar un potencial entre moderat-alt i alt, per al desenvolupament de la dimensió OS. **Per tot això**

*el potencial de la unitat didàctica del grup II per a desenvolupar la dimensió Obertura del Sistema és moderat-alt.*

## Síntesi del capítol V

El procés d'anàlisi consisteix en la sistematització i estructuració de les dades obtingudes a partir de l'aplicació de l'instrument d'anàlisi del pensament sistèmic, per a poder obtenir els resultats que han de permetre respondre la finalitat i els objectius de la recerca. El procés d'anàlisi s'ha estructurat en tres apartats:

Obtenció dels resultats preliminars: es presenten els resultats preliminars obtinguts a partir de l'aplicació de l'instrument d'anàlisi.

Tractament dels resultats preliminars: la sistematització dels resultats preliminars en gràfiques de freqüències i taules de relació permet organitzar les dades en dos grups: les dades relatives a les dimensions i les dades relatives a la unitat didàctica.

Interpretació i representació dels resultats: l'aplicació de les eines d'interpretació i representació dels resultats permet obtenir els valors per al Gradient d'expressió de les dimensions i per al Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica, que configuren els resultats definitius de la recerca.



*“Un elefant és un gran ventall de cuir”, digué la persona que tocà l'orella de l'elefant*

# **Capítol VI.**

## **Extracció i**

### **discussió dels**

#### **resultats**

L'elefant utilitza les orelles per escoltar i també per refrescar-se, movent-les com un ventall. En certa manera els resultats d'una recerca es poden entendre com la resposta que hom obté després d'escoltar el que les dades expliquen.

En aquest capítol es presenten els resultats de la recerca i s'estructuren en funció dels objectius de la recerca. En el primer apartat es presenten els resultats per a l'objectiu 1, referents a les característiques de l'instrument d'anàlisi, en el segon apartat es presenten els resultats per a l'objectiu 2.1. referents als patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat amb relació a les dimensions del pensament sistèmic, i en el tercer apartat es presenten els resultats per a l'objectiu 2.2. que referents als patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat amb relació al material didàctic. Cada apartat en funció de les preguntes que permeten assolir l'objectiu corresponent.

La següent figura mostra els continguts d'aquest capítol:

<b>Índex de continguts del capítol VI</b>	
<b>Resultats amb relació a l'objectiu 1: Característiques de l'instrument .....</b>	<b>215</b>
P.1.1. Quin és el marc conceptual que permet definir les característiques del pensament sistèmic en el context d'aplicació d'una unitat didàctica sobre conflictes socioambientals urbans? .....	215
P.1.2. Quines característiques ha de tenir un instrument d'anàlisi del pensament sistèmic en el marc d'una unitat didàctica sobre conflictes socioambientals urbans? .....	216
<b>Resultats amb relació a l'objectiu 2.1: Patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat amb relació a les dimensions .....</b>	<b>218</b>
P. 2.1.1.1: Com és el gradient d'expressió de les dimensions en el grup I? .....	219
P. 2.1.1.2: Com és el gradient d'expressió de les dimensions en el grup II?.....	236
P. 2.1.1: Com és el gradient d'expressió de les dimensions ? .....	253
P. 2.1: Quines característiques presenten els patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat amb relació a les dimensions? .....	260
<b>Resultats amb relació a l'objectiu 2.2: Patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat amb relació a la unitat didàctica .....</b>	<b>268</b>
P. 2.2.1.1: Com és el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica en el grup I?.....	269
P. 2.2.1.2: Com és el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica en el grup II?.....	292
P. 2.2.1: Com és el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica?.....	315
P. 2.2: Quines característiques presenten els patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat amb relació al material didàctic?.....	320
<b>Síntesi del capítol VI .....</b>	<b>335</b>

Figura 92: Índex de continguts del capítol VI

## VI.1. Resultats amb relació a l'objectiu 1: Característiques de l'instrument

En aquest primer apartat es responen les preguntes derivades de l'objectiu 1, tal i com es mostra en la figura:

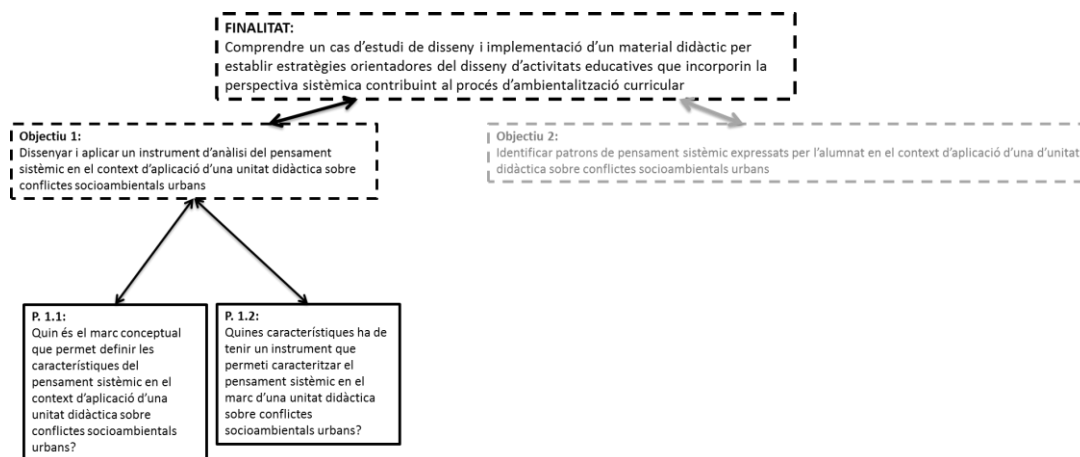


Figura 93: Preguntes de recerca derivades de l'objectiu 1

En aquest apartat es presenten les característiques de l'instrument d'anàlisi del pensament sistèmic amb relació als resultats que han permès obtenir. En les conclusions es presenta una discussió de les característiques de l'instrument amb relació als criteris de qualitat de la recerca on es discuteixen les seves fortaleses i les seves debilitats.

### VI.1.1. Pregunta 1.1. Quin és el marc conceptual que permet definir les característiques del pensament sistèmic en el context d'aplicació d'una unitat didàctica sobre conflictes socioambientals urbans?

A l'hora de dissenyar un instrument capaç d'identificar i caracteritzar el pensament sistèmic en el context d'aplicació d'un material didàctic sobre conflictes socioambientals urbans s'ha fet palesa la necessitat de conceptualitzar què s'entén per pensament sistèmic en el context concret d'aquesta recerca. Per a fer-ho s'han tingut en compte diversos referents teòrics de l'àmbit educatiu que situen el pensament sistèmic com una competència significativa en els processos d'ensenyament i aprenentatge.

La revisió bibliogràfica ha permès conceptualitzar el pensament sistèmic a partir de les característiques dels sistemes definits des dels principis de la complexitat i situats en el marc de l'ambientalització curricular i dels processos d'ensenyament i aprenentatge. A continuació cada característica del pensament sistèmic s'ha associat a una dimensió tal i com es mostra en la següent figura:

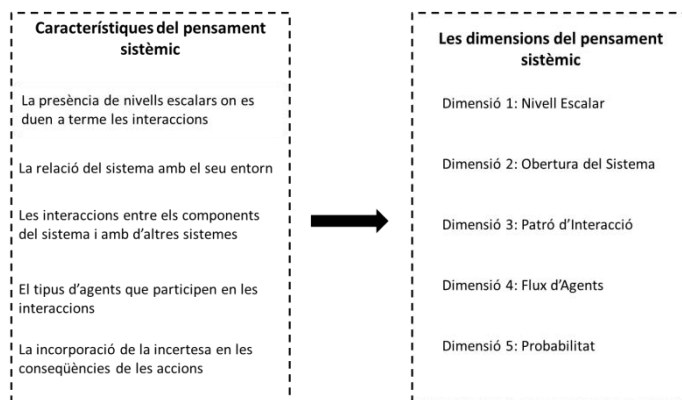


Figura 94: Relació entre les característiques del pensament sistèmic i les dimensions de l'instrument d'anàlisi

D'aquesta manera han quedat definides les cinc dimensions del pensament sistèmic: el Nivell Escalar, l'Obertura del Sistema, el Patró d'Interacció, el Flux d'Agents i la Probabilitat, i s'han descrit en el capítol II com una aportació dins del marc teòric, concretament en el subapartat II.3.3. Aquestes dimensions aporten solidesa teòrica a l'instrument, i coherència amb els objectius i finalitat de la recerca, ja que són el resultat d'una revisió i interpretació dels referents teòrics.

## VI.1.2. Pregunta 1.2. Quines característiques ha de tenir un instrument d'anàlisi del pensament sistèmic en el marc d'una unitat didàctica sobre conflictes socioambientals urbans?

Així com la primera pregunta fa referència aspectes conceptuals de l'instrument, aquesta segona pregunta es refereix als aspectes més instrumentals. A continuació es descriuen aquells trets de l'instrument en funció dels resultats que ha permès obtenir.

En primer lloc l'instrument d'anàlisi del pensament sistèmic tenia la finalitat de poder caracteritzar els patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat. Per a fer-ho, l'instrument s'ha estructurat en cinc dimensions i cada dimensió s'ha compost d'un gradient de categories. Les cinc dimensions del pensament sistèmic han permès caracteritzar els patrons de pensament sistèmic a tenint en compte les cinc característiques a partir del qual s'ha definit: els nivells escalars que intervenen en les interaccions, la relació entre el sistema i l'entorn, el tipus d'interaccions expressades i el tipus d'agents que les protagonitzen, i la incorporació o no de la incertesa a l'hora de situar les accions en el temps. Per tant, **la presència de les cinc dimensions en l'instrument ha estat rellevant i ha permès una caracterització completa dels patrons expressats per l'alumnat.**

En segon lloc l'instrument havia de permetre visualitzar el gradient de complexitat present en les explicacions de l'alumnat, és a dir, poder distingir els diferents nivells d'elaboració de les explicacions de l'alumnat, des d'explicacions simples a explicacions complexes. Per a fer-ho, les cinc dimensions que formen l'instrument s'han conceptualitzat a partir d'un conjunt de categories ordenades formant un gradient de complexitat. És a dir, les categories permeten d'una banda donar identitat a la característica



a la qual fa referència una dimensió, per exemple, en la dimensió referent a la relació entre el sistema i el medi, la funció de les categories és especificar quin tipus de relació ha expressat l'alumnat. De l'altra, al estar organitzades formant un gradient permeten situar les idees de l'alumnat dins d'aquest gradient i per tant associar-les a una categoria concreta que correspon a un valor de complexitat concret. Per tant, la conceptualització de les dimensions en un gradient de categories ha permès **caracteritzar les dimensions del pensament sistèmic** i alhora ha permès **caracteritzar les idees expressades per l'alumnat donant valor a les seves expressions en funció del gradient de complexitat**.

En tercer lloc, el fet que les categories que formen l'instrument fos de naturalesa deductiva i inductiva ha permès arribar a descriure un ampli ventall d'idees expressades per l'alumnat. És a dir, cada vegada que l'alumnat expressa una idea que no es troba representada en cap categoria existent s'ha creat una nova categoria expressament per aquella idea. Aquesta decisió, si bé pot comportar falta d'agilitat a l'hora de manipular tantes categories, permet adaptar-se a la diversitat d'idees expressades per l'alumnat i per tant poder fer una anàlisi més profunda. D'altra banda, l'elevat nivell d'especificitat obtingut en l'anàlisi de les idees expressades per l'alumnat ha permès descriure aquestes idees de forma detallada. Per tant, **la naturalesa deductiva i inductiva de les categories de l'instrument ha permès caracteritzar el conjunt d'idees expressades per l'alumnat, mostrant un nivell d'especificitat elevat i permetent obtenir descripcions detallades de les seves idees**.

Finalment, i amb relació al sistema d'interpretació i representació dels resultats l'instrument s'ha conceptualitzat a diferents nivells. Les eines d'interpretació dels resultats s'han dissenyat de manera que permetin caracteritzar les idees de l'alumnat a un nivell específic, però també han permès la identificació de tendències i patrons a nivells més globals. A més, la caracterització de les tendències i els patrons al nivell global s'han fet partint de les característiques específiques identificades en nivells inferiors. Les eines de representació han permès comunicar a través del color aquestes característiques sense perdre informació de cap dels nivells. Per tot això, **les eines d'interpretació i de representació dels resultats han permès identificar característiques específiques i patrons globals, i les eines de representació han permès comunicar aquests resultats globalment sense perdre especificitat**.

L'instrument d'anàlisi del pensament sistèmic s'ha dissenyat a partir de la caracterització i conceptualització del pensament sistèmic en el marc de l'ambientalització curricular i dels processos d'ensenyament i aprenentatge dels sistemes des de la complexitat, i s'ha presentat com una aportació dins del marc teòric en el capítol II.

El marc conceptual a partir del qual s'ha definit el pensament sistèmic ha orientat l'estructura de l'instrument d'anàlisi, esdevenint en cinc dimensions complementàries formades per un gradient de categories que permeten caracteritzar les explicacions de l'alumnat des de les menys elaborades fins a les més elaborades.

Les característiques de l'instrument d'anàlisi del pensament sistèmic i de les seves eines d'interpretació i de representació han permès identificar els patrons de pensament sistèmic de l'alumnat, caracteritzar-los i comunicar-los de forma coherent amb els plantejaments teòrics i metodològics de la recerca.

## VI.2. Resultats amb relació a l'objectiu 2.1: Patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat amb relació a les dimensions

En aquest segon apartat es responen les preguntes derivades de l'objectiu 2.1 tal i com es mostra en la figura:

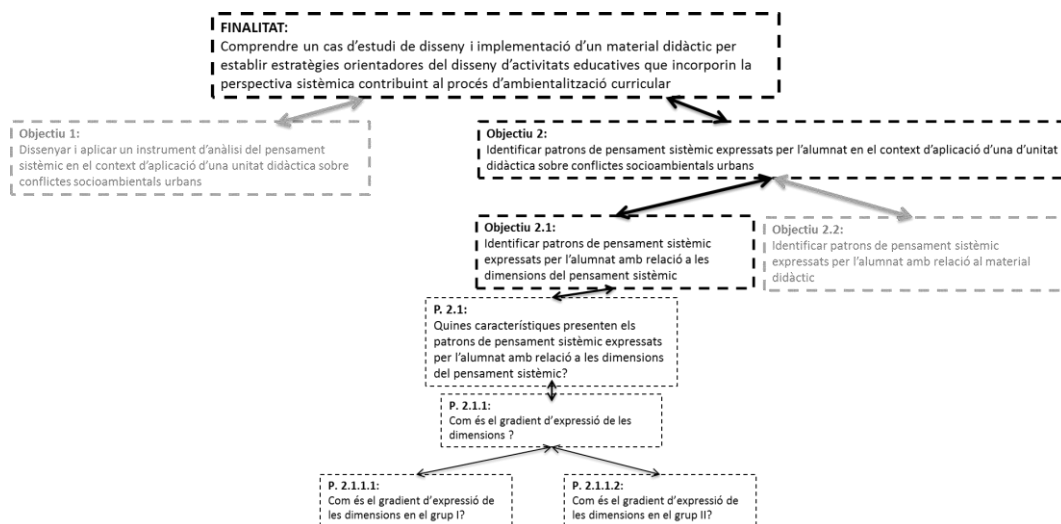


Figura 95: Preguntes de recerca derivades de l'objectiu 2.1.

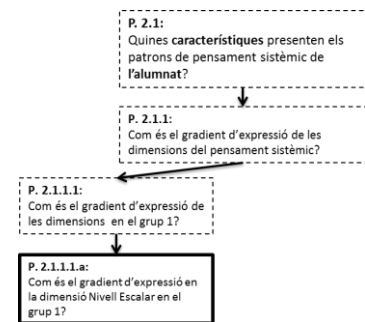
Si bé l'objectiu d'aquest primer apartat es respondre la pregunta que l'encapçala per a fer-ho és necessari respondre abans les preguntes més concretes. De manera que els resultats es presenten en ordre invers al de la figura: en primer lloc es responen les preguntes més concretes i es finalitza amb la resposta a la pregunta més global. Primer es responen les responen amb relació al grup I i a continuació amb el grup II. Per tant, aquest primer apartat del capítol s'organitza de la següent manera:

1. Resposta a les preguntes amb relació al gradient d'expressió de cadascuna de les dimensions del grup I (P.2.1.1.1.a, P.2.1.1.1.b, P.2.1.1.1.c, P.2.1.1.1.d, P.2.1.1.1.e).
2. Resposta a la pregunta amb relació al gradient d'expressió de les dimensions del grup I (P.2.1.1.1)
3. Resposta a les preguntes amb relació al gradient d'expressió de cadascuna de les dimensions del grup II (P.2.1.1.2.a, P.2.1.1.2.b, P.2.1.1.2.c, P.2.1.1.2.d, P.2.1.1.2.e).
4. Resposta a la pregunta amb relació al gradient d'expressió de les dimensions del grup I (P.2.1.1.2)
5. Resposta a la pregunta amb relació a les característiques del gradient d'expressió de les dimensions en general (P.2.1.1.)
6. Resposta a la pregunta amb relació a les característiques dels patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat (P.2.1.)

## VI.2.1. Pregunta 2.1.1.1: Com és el gradient d'expressió de les dimensions en el grup I?

En primer lloc es responen les preguntes concretes per a cada dimensió i finalment es respon la pregunta per al conjunt de les dimensions del grup I.

### VI.2.1.1. Pregunta 2.1.1.1.a: Com és el gradient d'expressió en la dimensió **Nivell Escalar** en el grup I?



A continuació es presenten els resultats que permeten respondre la pregunta amb relació a les característiques de la dimensió Nivell Escalar en el grup I.

La següent figura mostra el diagrama que relaciona el grau de complexitat en les categories amb el seu gradient de presència. Les categories pintades de color gris són aquelles que no tenen presència:



Figura 96: Diagrama de relació entre el gradient de complexitat en les categories i el gradient de presència de les categories de la dimensió 1 en el grup I

En la taula següent es presenta un resum de les tendències identificades a partir de la informació recollida en la Figura 96:

Resum tendències per a la dimensió NE del grup I	
Quantitat de categories de la dimensió NE presents	Presència de 18/22 categories distribuïdes de forma força homogènia, les categories amb freqüències més elevades en el conjunt de la unitat didàctica pertanyen a categories tant de

	complexitat baixa com elevada. De les quatre categories absents, tres pertanyen als graus de complexitat alta i una moderada.
Categoria(es) amb menor grau d'expressió	micro4-meso (Baix) micro3-meso-macro(Baix) micro-meso4-macro(Baix) micro3-meso4-macro(Baix)
Categoria(es) amb major grau d'expressió	Meso-macro (moderat-alt)
Relació $G_c$ de la categoria i $G_p$ de la categoria	Hi ha una gran diversitat però en general és inversa: a mesura que augmenta la complexitat de la categoria disminueix el seu $G_p$

Taula 97: Resum tendència dimensió 1 grup I (I)

A continuació es presenta el valor del gradient d'expressió de la dimensió:

Grau d'expressió de la dimensió Nivell Escalar en la unitat didàctica del grup I	Moderat
--	---------

Taula 98: Valor del gradient d'expressió de la dimensió Nivell Escalar en la unitat didàctica del grup I

El gradient d'expressió de la dimensió prové de la interpretació dels valors obtinguts per a determinats paràmetres. En aquest cas la categoria de major freqüència és una categoria corresponent a un nivell de complexitat baix (meso-macro). D'altra banda, les categories de menor freqüència del conjunt de la dimensió responen a categories de nivell de complexitat alt, destacant que la categoria de major complexitat possible no és present i la immediatament següent ho és amb un grau d'expressió baix. Pel que fa a la categoria de menor complexitat, aquesta és present però en proporcions més baixes en comparació amb altres categories de grau de complexitat superior i el seu grau d'expressió és moderat. Per tot això, el **grau de d'expressió de la dimensió Nivell Escalar** en la unitat didàctica del grup I és moderat.

Finalment, la **relació entre el  $G_c$  en les categories i el seu  $G_p$**  tot i la diversitat observada és inversa: a mesura que augmenta la complexitat de la categoria disminueix el seu  $G_p$ , ja que la categoria amb major  $G_p$  és de complexitat baixa i la majoria de categories de complexitat alta presenten  $G_p$  baixos.

En l'Annex 3 s'hi poden trobar les gràfiques de freqüències relatives de les categories de la dimensió NE en les activitats del Grup I, que relacionen la freqüència de les categories en les activitats i les fases de la unitat didàctica.

En la taula següent es presenta un resum de les tendències identificades a partir de la informació recollida en les gràfiques de l'annex:

Resum tendències per a la dimensió NE del grup I	
Presència de les categories en fases	Les categories de complexitat baixa tenen presència en totes les fases, les categories de complexitat moderada i alta presenten diverses tendències, però amb predomini de presència en dues fases. Per tant, a mesura que augmenta la complexitat en les categories, disminueix la presència en fases.
Presència de les categories en activitats	La presència de les categories en les activitats presenta els valors més elevats majoritàriament en les categories de complexitat baixa tot i que també trobem presències elevades en algunes categories de complexitat alta.
Freqüència de les categories per fase	Varia segons la complexitat de la categoria, així, les categories de menor complexitat tenen la seva major freqüència en la FES, les categories de complexitat moderada tenen els valors més elevats en la FEX i la FAC, i les categories de complexitat

	més elevada tenen les freqüències més altes en la FIC i la FAC.
Freqüència de les categories per activitats	La meitat de categories tenen tendència a concentrar la seva freqüència en una única activitat de la fase on són presents i l'altra meitat presenta tendències diverses. Però es pot afirmar que les categories de més complexitat concentren la seva freqüència en una única activitat.

Taula 99: Resum tendències dimensió 1 grup I (II)

Amb relació a les **tendències identificades a partir de la presència de les categories** la dimensió NE en el grup I es caracteritza per tenir la presència de 18 de les 22 categories, repartides en proporcions més o menys homogènies, de manera que les categories amb freqüències més elevades pertanyen a categories tant de complexitat baixa com elevada. De les quatre categories absents, tres pertanyen als graus de complexitat alta i una moderada. Les categories amb menor Gp són micro4-meso, micro3-meso-macro, micro-meso4-macro i micro3-meso4-macro. I la categoria amb major Gp és meso-macro. En concret, pel que fa a la presència de les categories en les fases, les categories de complexitat baixa tenen presència en totes les fases, les categories de complexitat moderada i alta presenten diverses tendències, però amb predomini de presència en dues fases. Per tant, a mesura que augmenta la complexitat en les categories, disminueix la presència en fases. En canvi, per a les activitats els valors més elevats majoritàriament són en les categories de complexitat baixa tot i que també s'observen presències elevades en algunes categories de complexitat alta.

Amb relació a les **tendències identificades a partir de la distribució de la freqüència**, aquesta varia segons la complexitat de la categoria sense poder establir una relació: les categories de menor complexitat tenen la seva major freqüència en la FES, les categories de complexitat moderada tenen els valors més elevats en la FEX i la FAC, i les categories de complexitat més elevada tenen les freqüències més altes en la FIC i la FAC. Pel que fa al comportament en les activitats, la meitat de categories tenen tendència a concentrar la seva freqüència en una única activitat de la fase on són presents i l'altra meitat presenta tendències diverses. Però es pot afirmar que les categories de més complexitat concentren la seva freqüència en una única activitat.

Una mirada de conjunt per a la dimensió permet afirmar que:

Els resultats per a la dimensió Nivell Escalar mostren que hi ha una quantitat elevada de presència de categories. Hi ha quatre categories absents, tres de les quals se situen en un gradient de complexitat moderat i alt. Pel que fa als valors del gradient de presència de les categories aquests se situen entre valors baix i moderat, essent la categoria amb un major Gp meso-macro. Per tot això **el Gradient d'expressió de la dimensió Nivell Escalar en el grup I és moderat.**

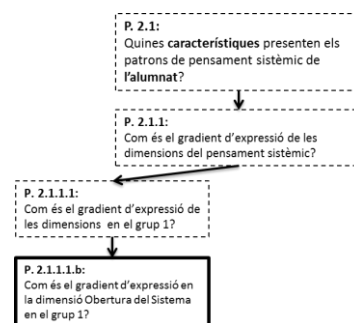
Pel que fa a les tendències identificades amb relació a la presència de categories en les activitats i les fases de la unitat didàctica són les categories de complexitat baixa les que tenen major presència, és a dir, són presents en més activitats que les categories de complexitat alta. Per tant, **a mesura que augmenta la complexitat en les categories, disminueix la seva presència en les activitats i les fases de la unitat didàctica. Les categories que són presents al llarg de les quatre fases de la unitat didàctica són les que se situen en el gradient de complexitat baix.**

Pel que fa a les tendències identificades amb relació a la distribució de la freqüència de les categories en les activitats la meitat de categories tenen tendència a concentrar la seva freqüència en una única activitat de la fase de la unitat didàctica on són presents. Per tant, **a mesura que augmenta la**

**complexitat en la categoria, aquestes concentren la seva freqüència en una única activitat.** Pel que fa a la freqüència de les categories en les fases de la unitat didàctica hi ha una gran variabilitat lligada a la complexitat en les categories: les categories de menor complexitat tenen la seva major freqüència en la FES, les categories de complexitat moderada tenen els valors més elevats en la FEX i la FAC, i les categories de complexitat més elevada tenen les freqüències més altes en la FIC i la FAC. **La majoria de les categories presenten la seva major freqüència en les activitats de la fase d'aplicació dels continguts.**

Finalment, la **relació entre el Gradient de presència i la complexitat en les categories** existeix gran diversitat però en general es pot afirmar que aquesta relació **és inversa**.

### VI.2.1.2. Pregunta 2.1.1.1.b: Com és el gradient d'expressió en la dimensió Obertura del Sistema en el grup I?



A continuació es presenten els resultats que permeten respondre la pregunta amb relació a les característiques de la dimensió Obertura del Sistema en el grup I.

La següent figura mostra el diagrama que relaciona el grau de complexitat en les categories amb el seu gradient de presència:

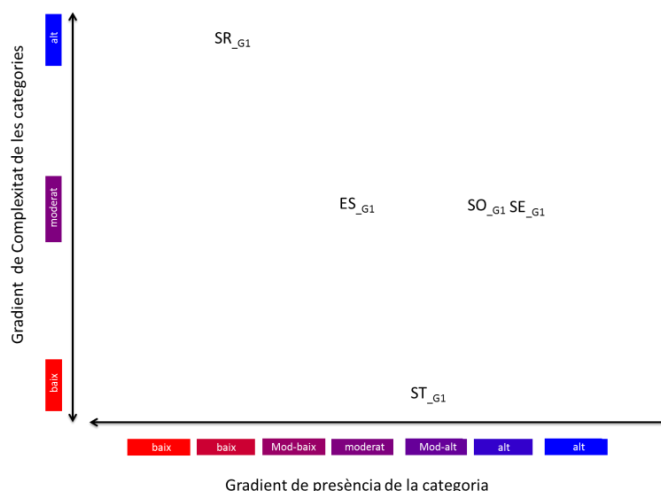


Figura 97: Diagrama de relació entre el gradient de complexitat en les categories i el gradient de presència de les categories de la dimensió 2 en el grup I

En la taula següent es presenta un resum de les tendències identificades a partir de la informació recollida en la Figura 97:

Resum tendències per a la dimensió OS del grup I	
Quantitat de categories de la dimensió OS presents	Presència de 5/5 categories distribuïdes de forma força homogènia.
Categoria(es) amb menor grau d'expressió	SR (Baix)
Categoria(es) amb major grau d'expressió	SE (Alt)
Relació $G_c$ de la categoria i $G_p$ de la categoria	Inversa: a mesura que augmenta la complexitat en les categories el seu $G_p$ disminueix, tot i que les categories de complexitat moderada són les que presenten major $G_p$ .

Taula 100: Resum tendències dimensió 2 grup I (I)

A continuació es presenta el valor del gradient d'expressió de la dimensió:

Grau d'expressió de la dimensió Obertura del Sistema en la unitat didàctica del grup I	Moderat/Moderat-alt
--	---------------------

Taula 101: Valor del gradient d'expressió de la dimensió Obertura del Sistema en la unitat didàctica del grup I

El gradient d'expressió de la dimensió prové de la interpretació dels valors obtinguts per a determinats paràmetres. En aquest cas la categoria de major freqüència és una categoria que correspon a un nivell moderat de complexitat (SO), mentre que la categoria de menor freqüència del conjunt de la dimensió respon al nivell més elevat de complexitat possible dins del contínuum (SR). Pel que fa a les categories dels extrems, tant la de major complexitat com la de menor complexitat possible hi són presents amb graus d'expressió inversos a la seva complexitat. Per tot això, el **grau de d'expressió de la dimensió Obertura del Sistema en la unitat didàctica del grup I** és entre moderat i moderat-alt.

Finalment, la **relació entre el  $G_c$  en les categories i el seu  $G_p$**  és inversa, és a dir, a mesura que augmenta el grau de complexitat de la categoria, el seu grau d'expressió disminueix, destacant que les categories de complexitat moderada són les que presenten major  $G_p$ .

En l'Annex 3 s'hi poden trobar les gràfiques de freqüències relatives de les categories de la dimensió OS en les activitats del Grup I, que relacionen la freqüència de les categories en les activitats i les fases de la unitat didàctica.

En la taula següent es presenta un resum de les tendències identificades a partir de la informació recollida en les gràfiques de l'Annex.

Resum tendències per a la dimensió OS del grup I	
Presència de les categories en fases	Disminueix amb la complexitat en les categories, tot i que les categories de complexitat moderada presenten els valors més alts de presència (4 fases).
Presència de les categories en activitats	Les categories de major complexitat són menys presents en les activitats que les categories de menor complexitat. Tot i que els valors més alts s'observen en SE.
Freqüència de les categories per fase	A mesura que augmenta la complexitat els valors més alts passen de la FES a la FAC.
Freqüència de les categories per activitats	A mesura que augmenta la complexitat de la categoria aquestes presenten més tendència a concentrar la freqüència en una única activitat.

Taula 102: resum tendències dimensió 2 grup I (II)

Amb relació a les **tendències identificades a partir de la presència de les categories** la dimensió OS en el grup I es caracteritza per tenir la presència de totes les categories, repartides en proporcions força homogènies. El conjunt de categories comprèn tot l'espectre de graus d'expressió, així la categoria amb menor  $G_p$  és SR i la categoria amb major  $G_p$  és SE. En concret, pel que fa a la presència de les categories en les fases, disminueix amb la complexitat en les categories, tot i que les categories de complexitat moderada presenten els valors més alts de presència (quatre fases). Per a les activitats també, les categories de major complexitat són menys presents en les activitats que les categories de menor complexitat. Tot i que els valors més alts s'observen en SE.

Amb relació a les **tendències identificades a partir de la distribució de la freqüència** a mesura que augmenta la complexitat en les categories els valors més alts passen de la FES a la FAC. Pel que fa al comportament en les activitats, a mesura que augmenta la complexitat de la categoria aquestes presenten més tendència a concentrar la freqüència en una única activitat

Una mirada de conjunt per a la dimensió permet afirmar que:

Els resultats per a la dimensió Obertura del Sistema mostren que totes les categories són presents. Pel que fa als valors del gradient de presència de les categories se situen entre els valors baix i alt, essent la categoria SE la que assoleix major valor. Per tot això **el Gradient d'expressió de la dimensió Obertura del Sistema en el grup I entre el moderat-alt i l'alt.**

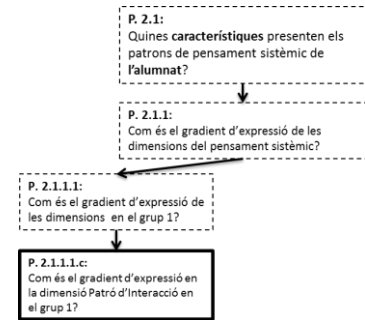
Pel que fa a les tendències identificades amb relació a la presència de categories en les activitats i les fases de la unitat didàctica s'observa que les categories de major complexitat són menys presents en les activitats. En canvi, pel que fa a la presència de les categories en les fases de la unitat didàctica les categories de complexitat moderada són les que assoleixen presència en totes les fases de la unitat didàctica. Per tant, **a mesura que augmenta la complexitat en les categories, disminueix la seva presència en les activitats de la unitat didàctica. Les categories que són presents al llarg de les quatre fases de la unitat didàctica són les que se situen en el gradient de complexitat moderat.**

Pel que fa a les tendències identificades amb relació a la distribució de la freqüència de les categories en les activitats, totes les categories tenen tendència a concentrar la freqüència en una única activitat. Per tant, **la freqüència de les categories en les activitats no depèn de la seva complexitat.** Pel que fa a la freqüència de les categories en les fases de la unitat didàctica s'observa variabilitat, però la majoria de categories presenten les freqüències majoritàries en la FES o la FAC. Tot i això s'observa **que a mesura que augmenta la complexitat en les categories aquestes presenten la seva major freqüència en les activitats de la fase d'aplicació dels continguts.**

Finalment, la **relació entre el Gradient de presència i la complexitat en les categories és inversa** amb el matís que les categories de complexitat moderada són les que presenten major  $G_p$ .



### VI.2.1.3. Pregunta 2.1.1.1.c: Com és el gradient d'expressió en la dimensió **Patró d'Interacció** en el **grup I**?



A continuació es presenten els resultats que permeten respondre la pregunta amb relació a les característiques de la dimensió Patró d'Interacció en el grup I.

La següent figura mostra el diagrama que relaciona el grau de complexitat en les categories amb el seu gradient de presència. Les categories pintades de color gris són aquelles que no tenen presència:

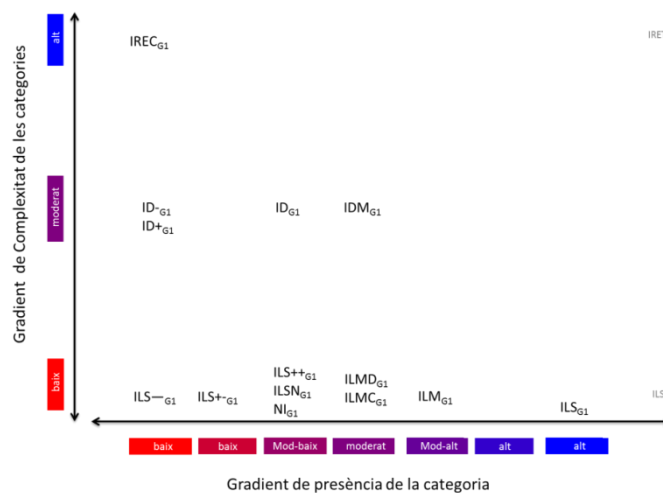


Figura 98: Diagrama de relació entre el gradient de complexitat en les categories i el gradient de presència de les categories de la dimensió 3 en el grup I

En la taula següent es presenta un resum de les tendències identificades a partir de la informació recollida en la Figura 98:

Resum tendències per a la dimensió PI del grup I	
Quantitat de categories de la dimensió PI presents	Presència de 14/16 categories distribuïdes de forma força homogènia De les dues categories absents, una pertany a un grau de complexitat baix i l'altra a complexitat alta
Categoria(es) amb menor grau d'expressió	Interacció dòmino – (Baix) Interacció recursiva (Baix)
Categoria(es) amb major grau d'expressió	Interacció linear simple (Alt)
Relació $G_c$ de la categoria i $G_p$ de la categoria	Inversa: a mesura que augmenta la complexitat en les categories el seu $G_p$ disminueix. Tot i que dins de les categories de complexitat baixa, aquesta relació és directa ja que les interaccions múltiples tenen majors $G_p$ que les interaccions simples.

Taula 103: Resum tendències dimensió 3 grup I (I)

A continuació es presenta el valor del gradient d'expressió de la dimensió:

Grau d'expressió de la dimensió Patró d'interacció en la unitat didàctica del grup I	Moderat-Baix
--	--------------

Taula 104: Valor del gradient d'expressió de la dimensió Patró d'interacció en la unitat didàctica del grup I

El gradient d'expressió de la dimensió prové de la interpretació dels valors obtinguts per a determinats paràmetres. En aquest cas la categoria de major freqüència és una categoria corresponent a un nivell de complexitat baix (ILS) i correspon a més d'una quarta part de les unitats de significat, però no és la categoria de menor complexitat possible (NI) ja aquesta és la que té la tercera freqüència més elevada. D'altra banda, la categoria de menor freqüència del conjunt de la dimensió respon al nivell més elevat de complexitat possible dins del contínuum (IREC), destacant que la presència d'aquesta categoria és pràcticament testimonial. Val la pena destacar que la categoria de menor complexitat possible només és present en dues fases i en una proporció moderada de les activitats d'aquestes fases. Aquesta tendència es repeteix per a la categoria immediatament següent. Això justifica el fet del poc desenvolupament d'aquestes categories. Tot i això, la categoria de major complexitat té una expressió inferior ja que només és present en una activitat d'una fase. Finalment, tant la categoria de major complexitat com la de menor complexitat possible hi són presents, però amb graus d'expressió diferenciats, essent el grau d'expressió invers a la complexitat de la categoria, però mantenint-se ambdues entre graus de complexitat baix i baix-moderat. Per tot això, el **grau de d'expressió de la dimensió Patró d'interacció** en la unitat didàctica del grup I és moderat-baix.

Finalment, la **relació entre el  $G_c$  en les categories i el seu  $G_p$**  és inversa, és a dir, a mesura que augmenta el grau de complexitat de la categoria, el seu grau d'expressió disminueix. Aquesta tendència canvia si només s'observen les categories de complexitat baixa, en aquest cas la relació és directa, ja que les d'interacció múltiple tenen  $G_p$  més elevats que és d'interacció simple.

En l'Annex 3 s'hi poden trobar les gràfiques de freqüències relatives de les categories de la dimensió PI en les activitats del Grup I, que relacionen la freqüència de les categories en les activitats i les fases de la unitat didàctica.

En la taula següent es presenta un resum de les tendències identificades a partir de la informació recollida en les gràfiques de l'annex.

Resum tendències per a la dimensió PI del grup I	
Presència de les categories en fases	Les categories que són més presents en nombre de fases (en 3 o 4 fases) pertanyen quasi exclusivament a categories de nivell baix. Les categories d'interacció dòmino no mostren una tendència majoritària i l'única categoria de complexitat alta és present en una fase. Per tant, la presència en nombre de fases manté una relació inversa a la complexitat de la categoria.
Presència de les categories en activitats	La presència de les categories en les activitats de cada fase està relacionada amb la complexitat de la categoria de forma inversa, tot i que dins de les categories d'interacció linear, les múltiples tenen major presència que les simples.
Freqüència de les categories per fase	Els valors més elevats de freqüències de les categories es concentren en la FES i la FAC. Les que predominen en la fase d'estructuració corresponen gairebé totes a categories d'interacció linear simple exceptuant la categoria Interacció dòmino+. Les que predominen en la fase d'aplicació són la resta.
Freqüència de les categories per activitats	Gairebé la meitat tenen tendència a concentrar la seva freqüència, i més concretament en els graus de complexitat baixa i moderada no es pot establir relació entre tendència i complexitat, però la categoria de complexitat alta té tendència a concentrar la freqüència en una activitat.

Taula 105: Resum tendències dimensió 3 grup I (II)

Amb relació a les **tendències identificades a partir de la presència de les categories** la dimensió PI en el grup I es caracteritza per tenir la presència de totes les categories excepte dues, repartides en proporcions força homogènies. Les categories absents són ILS+ i IREC. Pel que fa als graus d'expressió s'observa elevada diversitat, però les categories amb menor Gp són Interacció dòmino-Interacció retroactiva. Mentre que la categoria amb major Gp és Interacció linear simple. En concret, Les categories que són més presents en nombre de fases (en 3 o 4 fases) pertanyen quasi exclusivament a categories de nivell baix. Les categories d'interacció dòmino no mostren una tendència majoritària i l'única categoria de complexitat alta és present en una fase. Per tant, la presència en nombre de fases manté una relació inversa a la complexitat de la categoria. A nivell d'activitats La presència de les categories en les activitats de cada fase està relacionada amb la complexitat de la categoria de forma inversa, tot i que dins de les categories d'interacció linear, les múltiples tenen major presència que les simples.

Amb relació a les **tendències identificades a partir de la distribució de la freqüència** els valors més elevats de freqüències de les categories es concentren en la FES i la FAC. Les que predominen en la fase d'estructuració corresponen gairebé totes a categories d'interacció linear mentre que les que predominen en la fase d'aplicació són la resta. Pel que fa al comportament en les activitats, gairebé la meitat tenen tendència a concentrar la seva freqüència, i més concretament en els graus de complexitat baixa i moderada no es pot establir relació entre tendència i complexitat, però la categoria de complexitat alta té tendència a concentrar la freqüència en una activitat.

Una mirada de conjunt per a la dimensió permet afirmar que:

Els resultats per a la dimensió Patró d'Interacció mostren que hi ha una quantitat elevada de presència de categories. Hi ha dues categories absents, una de complexitat baixa i l'altra de complexitat alta. Els gradients de presència de les categories presenten tot l'espectre de valors, essent la categoria que ha assolit major Gp ILS. Per tot això **el Gradient d'expressió de la dimensió Patró d'Interacció en el grup I és moderat-baix.**

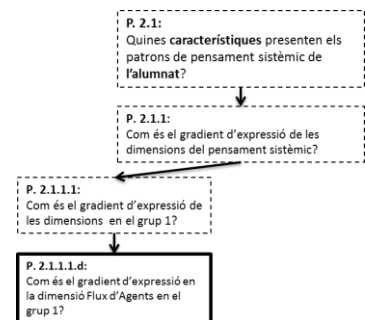
Pel que fa a les tendències identificades amb relació a la presència de categories en les activitats i les fases de la unitat didàctica s'observa que les categories de major complexitat són les que tenen una menor presència tant en les activitats com en les fases de la unitat didàctica. Per tant, **a mesura que augmenta la complexitat en les categories, disminueix la seva presència en les activitats i les fases de la unitat didàctica. Les categories que són presents al llarg de les quatre fases de la unitat didàctica són les que se situen en el gradient de complexitat baix.**

Pel que fa a les tendències identificades amb relació a la distribució de la freqüència de les categories en les activitats la majoria de les categories tenen tendència a concentrar-se en una única activitat de la fase de la unitat didàctica on s'és present però amb una elevada variabilitat entre categories, de manera que **no es pot establir una relació entre la distribució de la freqüència i la complexitat en les categories.** Pel que fa a la distribució de la freqüència de les categories en les fases de la unitat didàctica, **la majoria de les categories presenten la seva major freqüència en les activitats de les fases d'estructuració i d'aplicació dels**

continguts.

Finalment, la **relació entre el Gradient de presència i la complexitat en les categories és inversa.**

### VI.2.1.4. Pregunta 2.1.1.1.d: Com és el gradient d'expressió en la dimensió Flux d'Agents en el grup I?



A continuació es presenten els resultats que permeten respondre la pregunta amb relació a les característiques de la dimensió Flux d'Agents en el grup I.

La següent figura mostra el diagrama que relaciona el grau de complexitat en les categories amb el seu gradient de presència. Les categories pintades de color gris són aquelles que no tenen presència:

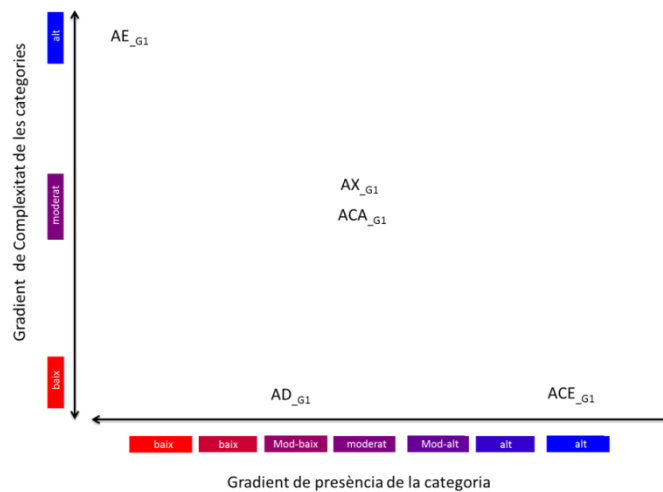


Figura 99: Diagrama de relació entre el gradient de complexitat en les categories i el gradient de presència de les categories de la dimensió 4 en el grup I

En la taula següent es presenta un resum de les tendències identificades a partir de la informació recollida en la Figura 99:

Resum tendències per a la dimensió FA del grup I	
Quantitat de categories de la dimensió FA presents	Presència de 5/5 categories amb una categoria predominant molt respecte les altres.
Categoria(es) amb menor grau d'expressió	Agents Emergents (Baix)
Categoria(es) amb major grau d'expressió	Agents Centrals (Alt)
Relació $G_c$ de la categoria i $G_p$ de la categoria	Relació inversa

Taula 106: Resum tendències dimensió 4 grup I (I)

A continuació es presenta el valor del gradient d'expressió de la dimensió:

**Grau d'expressió de la dimensió Flux d'Agents en la unitat didàctica del grup I** Moderat

Taula 107: Valor del gradient d'expressió de la dimensió Flux d'Agents en la unitat didàctica del grup I

El gradient d'expressió de la dimensió prové de la interpretació dels valors obtinguts per a determinats paràmetres. En aquest cas la categoria de major freqüència és una categoria que correspon a un nivell baix de complexitat (ACE), mentre que la categoria de menor freqüència del conjunt de la dimensió correspon a un grau de complexitat alt (AE). Tot i així, la categoria que és present més vegades no és la de menor complexitat possible. Però sí que la categoria que és present menys vegades és la de major complexitat present. Pel que fa a les categories dels extrems, la de major complexitat possible és present i la de menor complexitat possible ho és, presentant el grau d'expressió més baix de les categories. Per tot això, el **grau de d'expressió de la dimensió Flux d'Agents en la unitat didàctica del grup I és moderat.**

Finalment, la **relació entre el  $G_c$  en les categories i el seu  $G_p$**  és inversa.

En l'Annex 3 s'hi poden trobar les gràfiques de freqüències relatives de les categories de la dimensió FA en les activitats del Grup I, que relacionen la freqüència de les categories en les activitats i les fases de la unitat didàctica.

En la taula següent es presenta un resum de les tendències identificades a partir de la informació recollida en les gràfiques de l'annex.

Resum tendències per a la dimensió FA del grup I	
Presència de les categories en fases	A mesura que augmenta la complexitat en les categories la seva presència en les fases augmenta, tot i que la categoria ACE és la que està present en 4 fases.
Presència de les categories en activitats	La presència de totes les categories en les activitats presenta valors moderats i alts, però la categoria que és més present en les activitats és una categoria que correspon a un grau de complexitat baix.
Freqüència de les categories per fase	Totes les categories reparteixen la seva freqüència en les fases on són presents, mostrant els valors més alts en la FES i la FAC.
Freqüència de les categories per activitats	Totes les categories tenen tendència a repartir la seva freqüència en les activitats de les fases, mostrant freqüències majoritàries en una de les activitats. Per tant, no es pot establir una relació entre la distribució de la freqüència de les categories en les activitats i la complexitat en les categories ja que totes tenen la mateixa tendència.

Taula 108: Resum tendències dimensió 4 grup I (II)

Amb relació a les **tendències identificades a partir de la presència de les categories** la dimensió FA en el grup I es caracteritza per tenir la presència de totes les categories, repartides en proporcions

diferenciades, ja que la categoria ACE comprèn el 70% de la freqüència. La categoria absent de la dimensió és AE però les altres tenen proporcions força semblants. Amb relació al  $G_p$  de les categories: la categoria amb menor  $G_p$  és AE i la categoria amb major  $G_p$  és la categoria Agents Centrals. En concret, pel que fa a la presència de les categories en les fases, a mesura que augmenta la complexitat en les categories la seva presència en les fases augmenta, tot i que la categoria ACE és la que està present en 4 fases. I pel que a les activitats, la presència de totes les categories en les activitats presenta valors moderats i alts, però la categoria que és més present en les activitats és una categoria que correspon a un grau de complexitat baix. Amb relació a les **tendències identificades a partir de la freqüència**, totes les categories reparteixen la seva freqüència en les fases on són presents, mostrant els valors més alts en la FES i la FAC. I en les activitats totes les categories tenen tendència a repartir la seva freqüència en les activitats de les fases, mostrant freqüències majoritàries en una de les activitats. Per tant, no es pot establir una relació entre la distribució de la freqüència de les categories en les activitats i la complexitat en les categories ja que totes tenen la mateixa tendència.

Una mirada de conjunt per a la dimensió permet afirmar que:

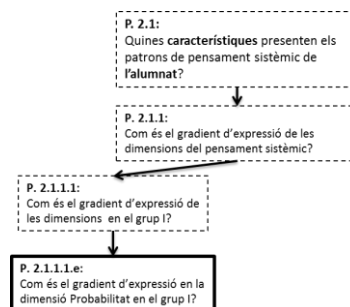
Els resultats per a la dimensió Flux d'Agents mostren que totes les categories són presents distribuïdes de forma heterogènia. Pel que fa als valors del gradient de presència de les categories se situen entre els valors baix i alt, essent la categoria Agents Centrals la que assoleix major valor. Per tot això **el Gradient d'expressió de la dimensió Flux d'Agents en el grup I és moderat.**

Pel que fa a les tendències identificades amb relació a la presència de categories en les activitats i les fases de la unitat didàctica les categories presenten tendències diverses però puntualment la categoria que té més presència en les activitats és una categoria de complexitat baixa. Per tant, no es pot establir una tendència definida entre la complexitat en les categories i la presència en les activitats de a unitat didàctica. En canvi, pel que fa a la presència de les categories en les fases de la unitat didàctica s'observa que **a mesura que augmenta la complexitat en les categories la seva presència en les fases de la unitat didàctica disminueix. Les categories que són presents al llarg de les quatre fases de la unitat didàctica són les que se situen en el gradient de complexitat moderat.**

Pel que fa a les tendències identificades amb relació a la distribució de la freqüència de les categories en les activitats, s'observa que majoritàriament **les categories es reparteixen entre les activitats on tenen presència.** Pel que fa a la distribució de la freqüència de les categories en les fases de la unitat didàctica s'observa que totes **les categories mostren els valors més alts de freqüència en les activitats de les fases d'estructuració i d'aplicació dels continguts.**

Finalment, la **relació entre el Gradient de presència i la complexitat en les categories és inversa.**

### VI.2.1.5. Pregunta 2.1.1.1.e: Com és el gradient d'expressió en la dimensió Probabilitat en el grup I?



A continuació es presenten els resultats que permeten respondre la pregunta amb relació a les característiques de la dimensió Probabilitat en el grup I.

La següent figura mostra el diagrama que relaciona el grau de complexitat en les categories amb el seu gradient de presència. Les categories pintades de color gris són aquelles que no tenen presència:

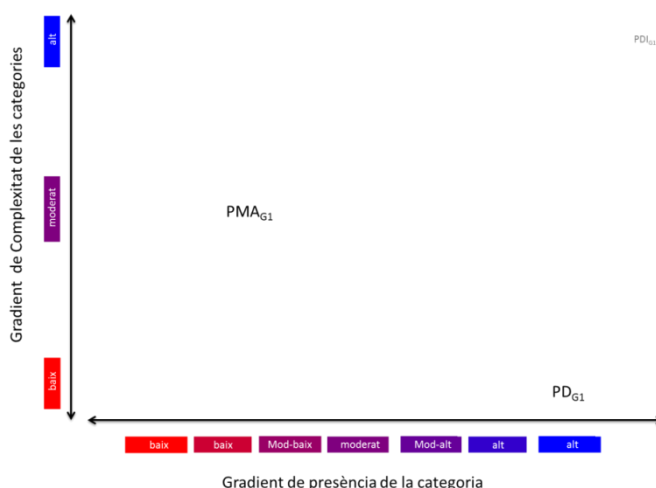


Figura 100: Diagrama de relació entre el gradient de complexitat en les categories i el gradient de presència de les categories de la dimensió 5 en el grup I

En la taula següent es presenta un resum de les tendències identificades a partir de la informació recollida en la figura 100:

Resum tendències per a la dimensió P del grup I	
Quantitat de categories de la dimensió P presents	Presència de 2/3 categories distribuïdes de forma molt heterogènia Categoria absent és PDI
Categoria(es) amb menor grau d'expressió	PMA (Baix/Moderat-baix)
Categoria(es) amb major grau d'expressió	PD (Alt)
Relació $G_c$ de la categoria i $G_p$ de la categoria	Inversa: a mesura que augmenta la complexitat en les categories el seu $G_p$ disminueix

Taula 109: Resum tendències dimensió 5 grup I (I)

A continuació es presenta el valor del gradient d'expressió de la dimensió:

Grau d'expressió de la dimensió Probabilitat en la unitat didàctica del grup I	Baix/Moderat-baix
--	-------------------

Taula 110: Valor del gradient d'expressió de la dimensió Probabilitat en la unitat didàctica del grup I

El gradient d'expressió de la dimensió prové de la interpretació dels valors obtinguts per a determinats paràmetres. En aquest cas la categoria de major freqüència és la categoria que correspon al nivell més baix de complexitat dins la dimensió (PD), destacant que la seva freqüència és molt majoritària en el conjunt. D'altra banda, la categoria de menor freqüència en el conjunt respon a un grau de complexitat moderat i comprèn la resta d'unitats de significat de la unitat didàctica. Això és degut a que la categoria de major complexitat possible no és present en aquesta unitat didàctica i per tant, la categoria de complexitat màxima d'aquesta dimensió correspon a una categoria moderada. Per tot això, el **gradient d'expressió de la dimensió** Probabilitat en la unitat didàctica del grup I és entre Baix i Moderat-baix.

Finalment, la **relació entre el  $G_p$  de les categories i la seva complexitat** és inversa, és a dir, a mesura que augmenta el grau de complexitat de la categoria, el seu grau d'expressió disminueix.

En l'Annex 3 s'hi poden trobar les gràfiques de freqüències relatives de les categories de la dimensió P en les activitats del Grup I, que relacionen la freqüència de les categories en les activitats i les fases de la unitat didàctica.

En la taula següent es presenta un resum de les tendències identificades a partir de la informació recollida en les gràfiques.

Resum tendències per a la dimensió P del grup I	
Presència de les categories en fases	A mesura que augmenta la complexitat de la categoria disminueix la seva presència en les fases.
Presència de les categories en activitats	Les categories de menor complexitat són presents en més activitats que les categories de major complexitat.
Freqüència de les categories per fase	Els valors més elevats de freqüències de les categories s'observen en la FES i la FAC.
Freqüència de les categories per activitats	A mesura que augmenta la complexitat de la categoria es tendeix a concentrar la freqüència en una única activitat de la fase on s'és present.

*Taula 111: Resum tendències dimensió 5 grup I (II)*

Amb relació a les **tendències identificades a partir de la presència de les categories**, la dimensió P en el grup I es caracteritza per tenir la presència de dues categories, repartides en proporcions molt heterogènies, ja que el 93% pertany a la categoria PD, i la categoria absent és PDI. Això es tradueix en graus d'expressió diferenciats, essent, la categoria amb menor  $G_p$  és PMA i la categoria amb major  $G_p$  PD. En concret, pel que fa a la presència de les categories en les fases, a mesura que augmenta la complexitat de la categoria disminueix la seva presència en les fases, de la mateixa manera que la categoria de menor complexitat és presents en més activitats que la categoria de major complexitat.

Amb relació a les **tendències identificades a partir de la distribució de la freqüència** els valors més elevats de freqüències de les categories es troben en la FES i la FAC. Pel que fa al comportament en les activitats, a mesura que augmenta la complexitat de la categoria es tendeix a concentrar la freqüència en una única activitat de la fase on s'és present.

Una mirada de conjunt per a la dimensió permet afirmar que:

Els resultats per a la dimensió Probabilitat mostren que hi ha presència de dues de les tres categories, essent la categoria absent PDI. Els valors del  $G_p$  de les categories es troba entre el moderat-baix i l'alt, essent la categoria Probabilitat Determinista la que assoleix el major gradient de presència. Per tot això



el Gradient d'expressió de la dimensió Probabilitat en el grup I es troba entre el baix i el moderat-baix.

Pel que fa a les tendències identificades amb relació a la presència de categories en les activitats i les fases de la unitat didàctica les categories de menor complexitat són presents en més activitats que les categories de major complexitat. Per tant, **a mesura que augmenta la complexitat en les categories, disminueix la seva presència en les activitats i les fases de la unitat didàctica. Les categories que són presents al llarg de les quatre fases de la unitat didàctica són les que se situen en el gradient de complexitat baix.**

Pel que fa a les tendències identificades amb relació a la distribució de la freqüència de les categories en les activitats s'observa la tendència que **a mesura que augmenta la complexitat en la categoria es tendeix a concentrar la freqüència en una única activitat de la fase de la unitat didàctica on s'és present.** I pel que fa a distribució de la freqüència en les fases de la unitat didàctica, **les categories presenten la seva major freqüència en les activitats de les fases d'estructuració i d'aplicació dels continguts.**

Finalment, la relació entre el Gradient de presència i la complexitat en les categories és inversa.

### VI.2.1.6. Pregunta 2.1.1.1: Com és el gradient d'expressió de les dimensions en el grup I?

A continuació es respon la pregunta 2.1.1.1. que sintetitza les característiques dels valors del gradient d'expressió pel conjunt de les dimensions del grup I. La següent figura situa la pregunta amb relació als objectius de la recerca:

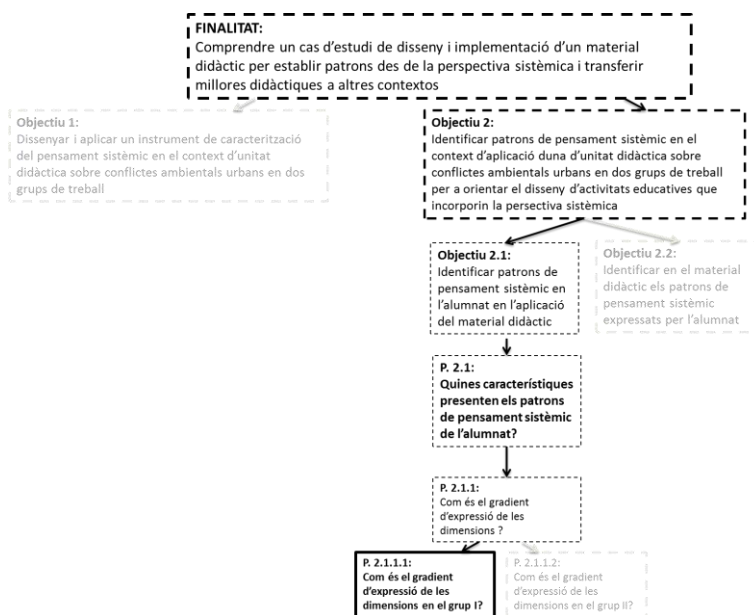


Figura 101: Pregunta de recerca 2.1.1.1. en l'esquema d'objectius de la recerca

En la següent taula es presenta un resum dels valors del gradient de presència per a les categories de cada dimensió del grup I:

GRUP I	
Nivell escalar	
Obertura del sistema	
Patró d'interacció	
Flux d'agents	
Probabilitat	

Taula 112: Resum dels valors del gradient de presència de les categories per a les dimensions en el grup II

En la següent figura es mostren els valors del grau d'expressió de cada dimensió per al grup I:



Figura 102: Resum dels valors del grau d'expressió de les dimensions en el grup II

Pel que fa al grau d'expressió de les dimensions en el grup I el gruix de resultats se situen entre els valors baix i moderat-alt. La dimensió OS és la que obté el Gp més elevat entre el moderat-alt i alt. A continuació les dimensions NE i FA obtenen un Gp moderat. La resta de dimensions (P i PI) obtenen un Gp entre el baix i moderat-baix. Pel que fa al gradient de presència de les categories el major volum se situa en valors entre el baix i el moderat. Així, les dimensions NE i OS comprenen valors que van des del baix fins al moderat-alt, les dimensions PI, FA i P comprenen tots els valors de l'espectre des del baix fins a l'alt.

La relació del valor del gradient de presència i la complexitat en les categories és inversa, és a dir, a major complexitat en la categoria menor valor del gradient de presència, tot i que en la dimensió OS són les categories de complexitat moderada les que presenten major Gp.

Pel que fa a la quantitat de categories presents hi ha diversitat segons la dimensió. Així, la dimensió OS és l'única on totes les seves categories són presents. A continuació en les dimensions En les dimensions PI i NE no hi són presents la totalitat de les seves categories però sí una gran part. Per a la dimensió NE, hi són presents 18 de les 22 categories. Així, en la dimensió PI hi són presents 14 de les 16 categories. Finalment en les dimensions FA i P hi són presents més de dues terceres parts del total de categories.

Pel que fa a la relació entre la distribució de la presència de les categories i la seva complexitat s'observa que a mesura que augmenta la complexitat en les categories de la dimensió la seva presència tant en les

activitats com en les fases tendeix a disminuir. Per a la dimensió OS, si bé la tendència és l'assenyalada per al conjunt, són les categories de complexitat moderada les que són més presents en més fases.

Pel que fa a la distribució de la freqüència de categories de les dimensions en les activitats i les fases de la unitat didàctica s'observa diversitat de comportaments segons la dimensió. En les dimensions NE, OS i P a mesura que augmenta la complexitat en les categories aquestes es concentren en una activitat. En la dimensió PI s'observen diversitat de tendències que no permeten establir una relació amb la complexitat de la categoria, tot i això es pot afirmar que les categories de major complexitat tenen tendència a concentrar-se en una única activitat. En la dimensió FA s'observen diversos comportaments en funció de la categoria però que no es pot relacionar amb el seu grau de complexitat. Així en alguns casos les categories concentren la seva freqüència en una activitat i en d'altres reparteixen la seva freqüència en diverses activitats.

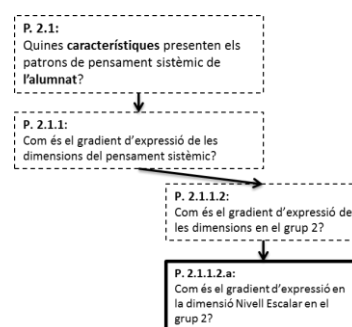
Finalment, una mirada global als resultats de les dimensions en el grup I permet afirmar que,

Amb relació a la presència de les categories en les activitats i les fases de la unitat didàctica s'observa que les categories de menor complexitat són presents en més activitats que les categories de major complexitat i que a mesura que augmenta la complexitat en les categories la seva presència en les fases disminueix, essent les categories de complexitat baixa les que tenen presència en totes les fases de la unitat didàctica. Així, les categories presenten la tendència a concentrar-se en poques activitats i a mesura que augmenta la complexitat de la categoria, aquestes concentren la seva freqüència en una única activitat. A nivell de fases les categories presenten les freqüències majoritàries en la FES i la FAC. I la relació entre el gradient de presència de les categories i la seva complexitat és inversa en tots els casos.

## VI.2.2. Pregunta 2.1.1.2: Com és el gradient d'expressió de les dimensions en el grup II?

En primer lloc es responen les preguntes concretes per a cada dimensió i finalment es respon la pregunta per al conjunt de les dimensions del grup II.

### VI.2.2.1. Pregunta 2.1.1.2.a: Com és el gradient d'expressió en la dimensió **Nivell Escalar** en el grup II?



A continuació es presenten els resultats que permeten respondre la pregunta amb relació a les característiques de la dimensió Nivell Escalar en el grup II.

La següent figura mostra el diagrama que relaciona el grau de complexitat en les categories amb el seu gradient de presència. Les categories pintades de color gris són aquelles que no tenen presència:

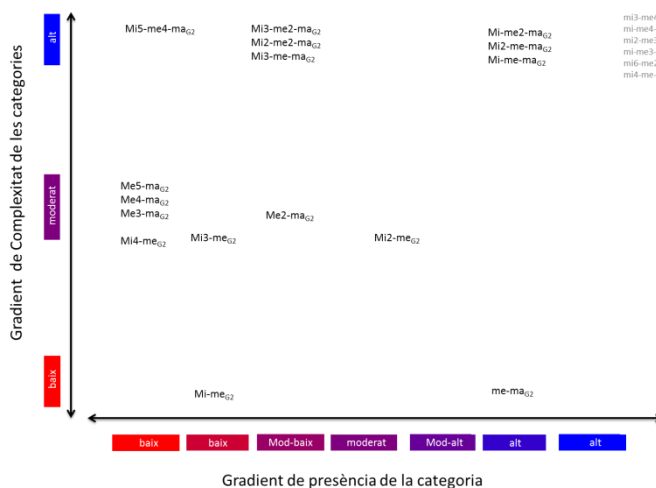


Figura 103: Diagrama de relació entre el gradient de complexitat en les categories i el gradient de presència de les categories de la dimensió 1 en el grup II

En la taula següent es presenta un resum de les tendències identificades a partir de la informació recollida en la Figura 103:

Resum tendències per a la dimensió NE del grup II	
Quantitat de categories de la dimensió NE presents	Presència de 16/22 categories distribuïdes de forma força homogènia, les categories amb freqüències més elevades en el conjunt de la unitat didàctica pertanyen a categories tant de complexitat baixa com elevada. Les sis categories absents pertanyen a graus de complexitat alta.
Categoria(es) amb menor grau d'expressió	meso3-macro (Baix) meso4-macro (Baix) meso5-macro (Baix) micro5-meso4-macro (Baix)
Categoria(es) amb major grau d'expressió	micro-meso-macro (Alt) micro2-meso-macro (Alt) micro-meso2-macro (Alt)
Relació $G_c$ de la categoria i $G_p$ de la categoria	Directa: les categories amb els $G_p$ més alts són les de complexitat alta.

Taula 113: Resum tendències dimensió 1 grup II (1)

A continuació es presenta el valor del gradient d'expressió de la dimensió:

Grau d'expressió de la dimensió Nivell Escalar en la unitat didàctica del grup II	Moderat-baix
---	--------------

Taula 114: Valor del gradient d'expressió de la dimensió Nivell Escalar en la unitat didàctica del grup II

El gradient d'expressió de la dimensió prové de la interpretació dels valors obtinguts per a determinats paràmetres. En aquest cas la categoria de major freqüència és una categoria corresponent a un nivell de complexitat moderat (meso-macro). D'altra banda, les categories de menor freqüència del conjunt de la dimensió responen tant a categories de nivell moderat com a la categoria de major complexitat possible dins del contínuum (micro5-meso4-macro). La categoria de major complexitat possible és present però únicament en una activitat d'una fase i amb la freqüència menor en el conjunt. Pel que fa a la categoria de menor complexitat, aquesta és present però en proporcions molt baixes en comparació amb altres categories de grau de complexitat superior tot i que és present en tres de les quatre fases, però amb presències baixes en les activitats i una freqüència baixa en el conjunt. Per tot això, el **grau de d'expressió de la dimensió Nivell Escalar** en la unitat didàctica del grup II és moderat-baix.

Finalment, la **relació entre el  $G_c$  en les categories i el seu  $G_p$**  és directa, és a dir, a mesura que augmenta el grau de complexitat de la categoria, el seu grau d'expressió també augmenta.

En l'Annex 3 s'hi poden trobar les gràfiques de freqüències relatives de les categories de la dimensió NE en les activitats del Grup II, que relacionen la freqüència de les categories en les activitats i les fases de la unitat didàctica.

En la taula següent es presenta un resum de les tendències identificades a partir de la informació recollida en les gràfiques.

Resum tendències per a la dimensió NE del grup II	
Presència de les categories en fases	Els valors més alts de presència (3 o 4 fases) els trobem tant en les categories de complexitat baixa com de complexitat alta: les categories de nivells de complexitat baix tenen presència en tres o quatre fases, les categories de complexitat moderada presenten tantes tendències com fases, i finalment, les categories de major complexitat són presents en tres o quatre fases.
Presència de les categories en activitats	La presència de les categories en les activitats té els valors més elevats en les categories de complexitat alta.
Freqüència de les categories per fase	Les categories de complexitat baixa i moderada presenten els valors més elevats en la FEX. Les categories de complexitat alta presenten freqüències més repartides entre dues fases: FEX i FAC. Algunes categories de complexitat moderada i la de major complexitat concentren freqüència únicament en FEX.
Freqüència de les categories per activitats	La majoria de categories d'aquesta dimensió presents tenen tendència a concentrar la seva freqüència en una única activitat de la fase on són presents. Tot i així, presenten tendències diverses i a mesura que augmenta la complexitat de la categoria aquestes presenten tendències més diverses.

Taula 115: Resum tendències dimensió 1 grup II (II)

Amb relació a les **tendències identificades a partir de la presència de les categories**, la dimensió NE en el grup II es caracteritza per tenir la presència de 16 de les 22 categories, repartides en proporcions més o menys homogènies, de manera que les categories amb freqüències més elevades pertanyen a categories tant de complexitat baixa com elevada. Les sis categories absents pertanyen a graus de complexitat alta. Tot i això, les categories amb menor Gp són meso3-macro, meso4-macro, meso5-macro i micro5-meso4-macro i les categories amb major Gp són micro-meso-macro, micro2-meso-macro i micro-meso2-macro. En concret, pel que fa a la presència de les categories en les fases, els valors més alts de presència (3 o 4 fases) els trobem tant en les categories de complexitat baixa com de complexitat alta, tendència que es repeteix per a la presència en les activitats.

Amb relació a les **tendències identificades a partir de la distribució de la freqüència**, les categories de complexitat baixa i moderada presenten els valors més elevats en la FEX. Les categories de complexitat alta presenten freqüències més repartides entre dues fases: FEX i FAC. Algunes categories de complexitat moderada i la de major complexitat concentren freqüència únicament en FEX. Pel que fa al comportament en les activitats, la majoria de categories d'aquesta dimensió presents tenen tendència a concentrar la seva freqüència en una única activitat de la fase on són presents. Tot i així, a mesura que augmenta la complexitat de la categoria aquestes presenten tendències més diverses..

Una mirada de conjunt per a la dimensió permet afirmar que:

Els resultats per a la dimensió Nivell Escalar mostren que hi ha una quantitat elevada de presència de categories. Hi ha sis categories absents que se situen en un gradient de complexitat alt. Les categories assolixen valors de Gp que van des del baix fins a l'alt, concentrant-se sobretot en valors baixos i moderats. Les categories amb un major Gp són: me-ma, mi-me-ma, mi2-me-ma i mi-me2-ma. Per tot això **el Gradient d'expressió de la dimensió Nivell Escalar en el grup II és moderat-baix.**

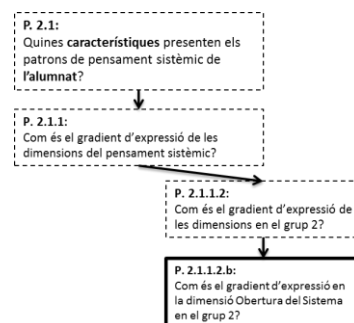
Pel que fa a les tendències identificades amb relació a la presència de categories en les activitats i les fases de la unitat didàctica els valors més elevats es troben en les categories de complexitat alta. Pel que fa a la presència de les categories en les fases els valors més alts de presència (4 fases) es troben tant en

les categories de complexitat baixa, moderada i alta, però sobretot en les categories de complexitat alta. Per tant, **a mesura que augmenta la complexitat en les categories, augmenta la seva presència en les activitats i les fases de la unitat didàctica. Les categories que són presents al llarg de les quatre fases de la unitat didàctica són les que se situen en el gradient de complexitat alta.**

Pel que fa a les tendències identificades amb relació a la distribució de la freqüència de les categories en les activitats la majoria de categories tenen tendència a concentrar la seva freqüència en una única activitat de la fase on són presents, tot i **que a mesura que augmenta la complexitat de la categoria aquestes presenten tendències més diverses i per tant algunes categories es reparteixen entre les activitats on són presents.** Pel que fa a la freqüència de les categories en les fases de la unitat didàctica Pel que fa a la freqüència majoritària segons la fase de la unitat didàctica, **les categories presenten la seva major freqüència en les activitats de les fases d'estructuració i d'aplicació dels continguts.**

Finalment, la relació entre el Gradient de presència i la complexitat en les categories és directa.

### VI.2.2.2. Pregunta 2.1.1.2.b: Com és el gradient d'expressió en la dimensió Obertura del Sistema en el grup II?



A continuació es presenten els resultats que permeten respondre la pregunta amb relació a les característiques de la dimensió Obertura del Sistema en el grup II.

La següent figura mostra el diagrama que relaciona el grau de complexitat en les categories amb el seu gradient de presència:

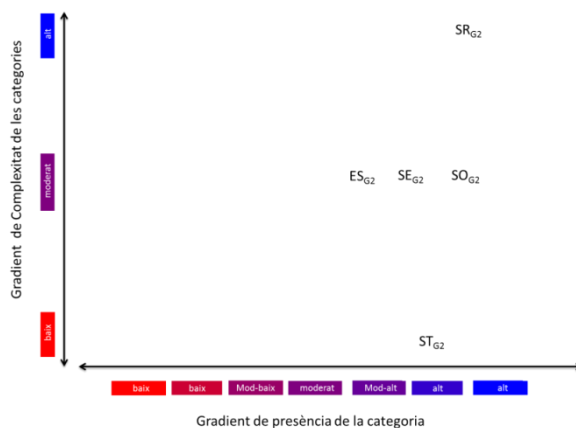


Figura 104: Diagrama de relació entre el gradient de complexitat en les categories i el gradient de presència de les categories de la dimensió 2 en el grup II

En la taula següent es presenta un resum de les tendències identificades a partir de la informació recollida en la Figura 104:

Resum tendències per a la dimensió OS del grup II	
Quantitat de categories de la dimensió OS presents	Presència de 5/5 categories distribuïdes de forma força homogènia.
Categoria(es) amb menor grau d'expressió	ES (moderat-alt)
Categoria(es) amb major grau d'expressió	SR (Alt)
Relació $G_c$ de la categoria i $G_p$ de la categoria	Directa: a mesura que augmenta la complexitat en les categories també ho fa el seu $G_p$

Taula 116: Resum tendències dimensió 2 en el grup II (I)

A continuació es presenta el valor del gradient d'expressió de la dimensió:

Grau d'expressió de la dimensió Obertura del Sistema en la unitat didàctica del grup II	Alt
---	-----

Taula 117: Valor del gradient d'expressió de la dimensió Obertura del Sistema en la unitat didàctica del grup II

El gradient d'expressió de la dimensió prové de la interpretació dels valors obtinguts per a determinats paràmetres. En aquest cas totes les categories hi són presents i a més en proporcions força semblants entre elles. La categoria de major freqüència és una categoria que correspon a un nivell moderat de complexitat (SO) i que té un grau d'expressió alt. Mentre que la categoria de menor freqüència del conjunt de la dimensió respon al nivell més elevat de complexitat possible dins del contínuum (SR) però és una categoria que ha obtingut un grau d'expressió Alt. Pel que fa a les categories dels extrems, tant la de major complexitat com la de menor complexitat possible hi són presents, ST amb grau d'expressió entre moderat-alt/alt i SR amb grau d'expressió Alt. Per tot això, el **grau de d'expressió de la dimensió** Obertura del Sistema en la unitat didàctica del grup II és Alt.

Finalment, la **relació entre el  $G_c$  en les categories i el seu  $G_p$**  és directa, és a dir, a mesura que augmenta el grau de complexitat de la categoria, el seu grau d'expressió també augmenta.

En l'Annex 3 s'hi poden trobar les gràfiques de freqüències relatives de les categories de la dimensió OS en les activitats del Grup II, que relacionen la freqüència de les categories en les activitats i les fases de la unitat didàctica.

En la taula següent es presenta un resum de les tendències identificades a partir de la informació recollida en les gràfiques.

Resum tendències per a la dimensió OS del grup II	
Presència de les categories en fases	Totes les categories són presents en totes les fases, per tant, la presència de les categories de la dimensió en les fases és alta i no depèn de la complexitat de la categoria.
Presència de les categories en activitats	La major proporció s'observa en la categoria SO, a partir d'aquí la categoria de major complexitat és més present en les activitats que la categoria de menor complexitat.
Freqüència de les categories per fase	S'observen dues tendències: els valors més elevats de freqüències de les categories es concentren en la FEX (ST, SO, SE) i en la FAC (ES, SR).
Freqüència de les categories per activitats	A mesura que augmenta la complexitat de la categoria aquestes presenten més diversitat de tendències: passant d'una tendència de presentar freqüències majoritàries en alguna activitat en ST i SO, a tendència tant a repartir homogèniament la seva freqüència en les activitats, com a concentrar-se en una activitat en SR.

Taula 118: Resum tendències dimensió 2 grup II (II)



Amb relació a les **tendències identificades a partir de la presència de les categories**, la dimensió OS en el grup II es caracteritza per tenir la presència de totes les categories, repartides en proporcions força homogènies. El conjunt de categories es mou en Gp força elevats, tot i així, la categoria amb menor Gp és ES i la categoria amb major Gp és SR. En concret, pel que fa a la presència de les categories en les fases, totes les categories són presents en totes les fases, per tant, la presència de les categories de la dimensió en les fases és alta i no depèn de la complexitat de la categoria. Per a les activitats en canvi, la major proporció s'observa en la categoria SO, però la categoria de major complexitat és més present en les activitats que la categoria de menor complexitat.

Amb relació a les **tendències identificades a partir de la distribució de la freqüència** s'observen dues tendències: els valors més elevats de freqüències de les categories es concentren en la FEX (ST, SO, SE) i en la FAC (ES, SR). De manera que es podria afirmar que a mesura que augmenta la complexitat les categories se situen en l'última fase del cicle. Pel que fa al comportament en les activitats, a mesura que augmenta la complexitat de la categoria aquestes presenten més diversitat de tendències: passant d'una tendència de presentar freqüències majoritàries en alguna activitat en ST i SO, a tendència tant a repartir homogèniament la seva freqüència en les activitats, com a concentrar-se en una activitat en SR.

Una mirada de conjunt per a la dimensió permet afirmar que:

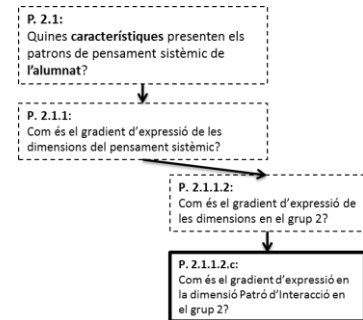
Els resultats per a la dimensió Obertura del Sistema mostren que totes les categories són presents. Pel que fa als valors del gradient de presència de les categories se situen entre els valors moderat-alt i alt, essent les categories SO i SR les que assolixen major valor. Per tot això **el Gradient d'expressió de la dimensió Obertura del Sistema en el grup II és alt.**

Pel que fa a les tendències identificades amb relació a la presència de categories en les activitats i les fases de la unitat didàctica són les categories de major complexitat les més presents en activitats. I pel que fa a la presència de les categories en les fases de la unitat didàctica totes les categories són presents en totes les fases. Per tant, **a mesura que augmenta la complexitat en les categories, augmenta la seva presència en les activitats de la unitat didàctica. Totes categories són presents al llarg de les quatre fases de la unitat didàctica i per tant no es pot establir relació amb la complexitat en la categoria.**

Pel que fa a les tendències identificades amb relació a la distribució de la freqüència de les categories en les activitats aquestes presenten tendències diverses en funció de l'activitat de manera que en algunes ocasions es concentren en una única activitat i en d'altres es reparteixen entre les activitats. Per tant, **la freqüència de les categories en les activitats no depèn de la seva complexitat.** Pel que fa a la freqüència de les categories en les fases de la unitat didàctica **les categories presenten la seva major freqüència en les activitats de la fase d'aplicació dels continguts.**

Finalment, la **relació entre el Gradient de presència i la complexitat en les categories és directa.**

### VI.2.2.3. Pregunta 2.1.1.2.c: Com és el gradient d'expressió en la dimensió **Patró d'Interacció** en el **grup II**?



A continuació es presenten els resultats que permeten respondre la pregunta amb relació a les característiques de la dimensió Patró d'Interacció en el grup II.

La següent figura mostra el diagrama que relaciona el grau de complexitat en les categories amb el seu gradient de presència. Les categories pintades de color gris són aquelles que no tenen presència:

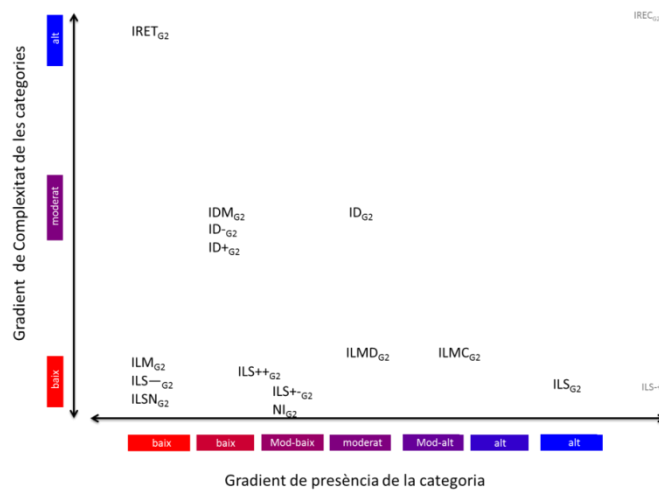


Figura 105: Diagrama de relació entre el gradient de complexitat en les categories i el gradient de presència de les categories de la dimensió 3 en el grup II

En la taula següent es presenta un resum de les tendències identificades a partir de la informació recollida en la Figura 105:

Resum tendències per a la dimensió PI del grup II	
Quantitat de categories de la dimensió PI presents	Presència de 14/16 categories distribuïdes de forma força homogènia La categoria absent és ILS-+ i IREC
Categoria(es) amb menor grau d'expressió	Interacció linear simple neutra (Baix) Interacció linear simple -- (Baix) Interacció linear múltiple (Baix) Interacció recursiva (Baix) Interacció retroactiva (Baix)
Categoria(es) amb major grau d'expressió	Interacció linear simple (Alt)
Relació $G_c$ de la categoria i $G_p$ de la categoria	Inversa: a mesura que augmenta la complexitat en les categories el seu $G_p$ disminueix

Taula 119: Resum tendències dimensió 3 grup II (1)

A continuació es presenta el valor del gradient d'expressió de la dimensió:

Grau d'expressió de la dimensió Patró d'Interacció en la unitat didàctica del grup II	Baix/Moderat-baix
---	-------------------

Taula 120: Valor del gradient d'expressió de la dimensió Patró d'interacció en la unitat didàctica del grup II

El gradient d'expressió de la dimensió prové de la interpretació dels valors obtinguts per a determinats paràmetres. En aquest cas la categoria de major freqüència és una categoria corresponent a un nivell de complexitat baix (ILS) i correspon a  $\frac{1}{4}$  part de les unitats de significat, però no és la categoria de menor complexitat possible (NI) ja aquesta és la que té la segona freqüència més elevada. D'altra banda, la categoria de menor freqüència del conjunt de la dimensió respon a un valor alt del continuïum (IRet), destacant que la presència d'aquesta categoria és pràcticament testimonial. Aquesta tendència es repeteix també amb la presència d'aquestes categories en el conjunt d'activitats i fases, essent les categories ILS i NI presents en totes les fases mentre que la categoria IRet ho és, només, en dues activitats del conjunt d'activitats analitzades. Així, tant la categoria de major complexitat com la de menor complexitat possible hi són presents, però amb graus d'expressió diferenciats, essent el grau d'expressió invers a la complexitat de la categoria. Per tot això, el **grau de d'expressió de la dimensió Patró d'interacció en la unitat didàctica del grup II és entre moderat-baix i baix.**

Finalment, tot i que amb força matisos **la relació entre el Gc en les categories i el seu Gp és inversa**, és a dir, a mesura que augmenta el grau de complexitat de la categoria, el seu grau d'expressió disminueix. Però un cop d'ull a les categories de complexitat baixa permet observar que en aquest cas la relació és directa, ja que les d'interacció múltiple tenen Gp més elevats que és d'interacció simple.

En l'Annex 3 s'hi poden trobar les gràfiques de freqüències relatives de les categories de la dimensió PI en les activitats del Grup II, que relacionen la freqüència de les categories en les activitats i les fases de la unitat didàctica.

En la taula següent es presenta un resum de les tendències identificades a partir de la informació recollida en les gràfiques.

Resum tendències per a la dimensió PI del grup II	
Presència de les categories en fases	La majoria de categories d'interacció linear són presents en 3 o 4 fases, la majoria de categories d'interacció dòmino són presents en 2 fases, i les categories recursiva i retroactiva són presents en una fase. Hi ha una categoria que no és present en cap fase. Per tant, la presència en nombre de fases manté una relació inversa a la complexitat de la categoria.
Presència de les categories en activitats	S'observa variabilitat elevada, de manera que la presència de les categories en les activitats de cada fase no està relacionada amb la complexitat de la categoria. Tot i així, les categories de major complexitat pertanyen al grup de categories amb menor presència en les activitats (1 activitat)
Freqüència de les categories per fase	Els valors més elevats de freqüències de les categories es concentren en la FEX i la FAC. Les categories de complexitat moderada es reparteix de manera homogènia entre les fases on són presents
Freqüència de les categories per activitats	La majoria tenen tendència a concentrar la seva freqüència en una única activitat de les fases on tenen presència però hi ha diversitat de tendències, de manera que la distribució de la freqüència de les categories en les activitats no manté una relació amb el grau de complexitat de la categoria.

Taula 121: Resum tendències dimensió 3 grup II (II)

Amb relació a les **tendències identificades a partir de la presència de les categories**, la dimensió PI en el grup II es caracteritza per tenir la presència de gairebé totes les categories, repartides en

proporcions força homogènies. La categoria absent és ILS+. Pel que fa als graus d'expressió s'observa elevada diversitat, però les categories amb menor Gp són Interacció linear simple neutra, Interacció linear simple --, Interacció linear múltiple, Interacció recursiva i Interacció retroactiva. Mentre que la categoria amb major Gp és Interacció linear simple. En concret, la majoria de categories d'interacció linear són presents en 3 o 4 fases, la majoria de categories d'interacció dòmino són presents en 2 fases, i les categories recursiva i retroactiva són presents en una fase. Per tant, la presència en nombre de fases manté una relació inversa a la complexitat de la categoria. A nivell d'activitats s'observa una gran variabilitat de manera que la presència de les categories en les activitats de cada fase no està relacionada amb la complexitat de la categoria. Tot i així, les categories de major complexitat pertanyen al grup de categories amb menor presència en les activitats (una activitat).

Amb relació a les **tendències identificades a partir de la distribució de la freqüència** els valors més elevats de freqüències de les categories es concentren en la FEX i la FAC. Les categories de complexitat moderada es reparteixen de manera homogènia entre les fases on són presents. Pel que fa al comportament en les activitats, la distribució de la freqüència de les categories en les activitats no manté una relació amb el grau de complexitat de la categoria, encara que majoritàriament les categories tenen tendència a concentrar la seva freqüència en una única activitat de les fases on són presents.

Una mirada de conjunt per a la dimensió permet afirmar que:

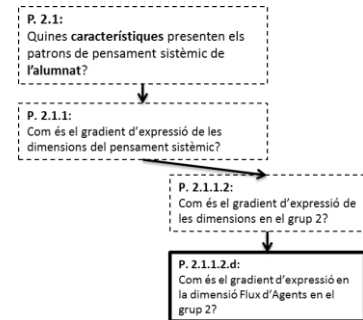
Els resultats per a la dimensió Patró d'Interacció mostren que hi ha una quantitat elevada de presència de categories. Hi ha una categoria absent, que és de complexitat baixa. Els gradients de presència de les categories presenten tot l'espectre de valors, essent la categoria que ha assolit major Gp ILS. Per tot això **el Gradient d'expressió de la dimensió Patró d'Interacció en el grup II és moderat-baix.**

Pel que fa a les tendències identificades amb relació a la presència de categories en les activitats i les fases de la unitat didàctica s'observa que les categories de major complexitat són les que tenen una menor presència tant en les activitats com en les fases de la unitat didàctica. Per tant, **a mesura que augmenta la complexitat en les categories, disminueix la seva presència en les activitats i les fases de la unitat didàctica . Les categories que són presents al llarg de les quatre fases de la unitat didàctica són les que se situen en el gradient de complexitat baix.**

Pel que fa a les tendències identificades amb relació a la distribució de la freqüència de les categories en les activitats les categories tenen tendència a concentrar la freqüència en una única activitat de la fase on s'és present però amb una elevada variabilitat entre categories, de manera que **no es pot establir una relació entre la distribució de la freqüència i la complexitat en les categories.** Pel que fa a la distribució de la freqüència de les categories en les fases de la unitat didàctica, **les categories presenten la seva major freqüència en les activitats de les fases d'exploració i d'aplicació dels continguts.**

Finalment, la **relació entre el Gradient de presència i la complexitat en les categories és inversa.**

### VI.2.2.4. Pregunta 2.1.1.2.d: Com és el gradient d'expressió en la dimensió Flux d'Agents en el grup II?



A continuació es presenten els resultats que permeten respondre la pregunta amb relació a les característiques de la dimensió Flux d'Agents en el grup II

La següent figura mostra el diagrama que relaciona el grau de complexitat en les categories amb el seu gradient de presència:

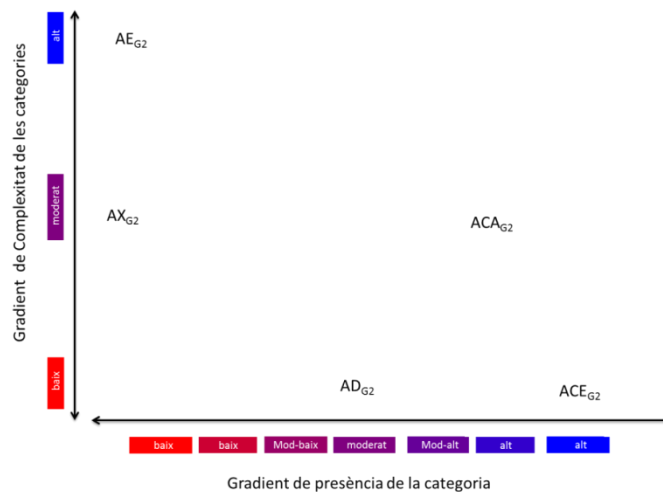


Figura 106: Diagrama de relació entre el gradient de complexitat en les categories i el gradient de presència de les categories de la dimensió 4 en el grup II

En la taula següent es presenta un resum de les tendències identificades a partir de la informació recollida en la Figura 106:

Resum tendències per a la dimensió FA del grup II	
Quantitat de categories de la dimensió FA presents	Presència de totes les categories però en proporcions diferenciades, freqüència inversa a la complexitat de la categoria
Categoria(es) amb menor grau d'expressió	Agents Xarxa (Baix) Agents Emergents (Baix)
Categoria(es) amb major grau d'expressió	Agents Centrals (Alt)
Relació $G_c$ de la categoria i $G_p$ de la categoria	Inversa: a mesura que augmenta el grau de complexitat de la categoria, el seu grau d'expressió disminueix

Tanla 122: Resum tendències dimensió 4 grup II (I)

A continuació es presenta el valor del gradient d'expressió de la dimensió:

Grau d'expressió de la dimensió Flux d'Agents en la unitat didàctica del grup II	Moderat
--	---------

*Taula 123: Valor del gradient d'expressió de la dimensió Flux d'Agents en la unitat didàctica del grup II*

El gradient d'expressió de la dimensió prové de la interpretació dels valors obtinguts per a determinats paràmetres. En aquest cas tot i la presència de les cinc categories de la dimensió, aquestes ho són en proporcions molt diferenciades. Així, AE i AX ho són en percentatges testimonials, pel que han obtingut graus d'expressió baix. D'altra banda la categoria de major freqüència és una categoria que correspon a un nivell baix de complexitat (ACE), mentre que la categoria de menor freqüència del conjunt de la dimensió respon al nivell més elevat de complexitat possible dins del contínuum (AE), destacant que la presència d'aquesta categoria és pràcticament testimonial, igual que la de la categoria immediatament després. Tot i així, la categoria que és present més vegades no és la de menor complexitat possible. Pel que fa a les categories dels extrems, tant la de major complexitat com la de menor complexitat possible hi són presents, però amb graus d'expressió diferenciats, essent el grau d'expressió invers a la complexitat de la categoria. Per tot això, el **grau de d'expressió de la dimensió Flux d'Agents en la unitat didàctica del grup II és moderat-baix.**

Finalment, la **relació entre el  $G_c$  en les categories i el seu  $G_p$  és inversa**, és a dir, a mesura que augmenta el grau de complexitat de la categoria, el seu grau d'expressió disminueix.

En l'Annex 3 s'hi poden trobar les gràfiques de freqüències relatives de les categories de la dimensió FA en les activitats del Grup II, que relacionen la freqüència de les categories en les activitats i les fases de la unitat didàctica.

En la taula següent es presenta un resum de les tendències identificades a partir de la informació recollida en les gràfiques.

Resum tendències per a la dimensió FA del grup II	
Presència de les categories en fases	A mesura que augmenta la complexitat en les categories la seva presència en les fases disminueix
Presència de les categories en activitats	Les categories de menor complexitat són presents en més activitats que les categories de major complexitat
Freqüència de les categories per fase	Les categories menor i major complexitat presenten els valors més elevats en la FEX. Les categories de complexitat moderada en la FAC i la FIC. Les categories AX i AE concentren la seva freqüència en una única fase.
Freqüència de les categories per activitats	La majoria de les categories tenen tendència a concentrar la seva freqüència en una única activitat, tot i així hi ha diverses tendències sense poder establir una relació amb el seu grau de complexitat

*Taula 124: Resum tendències dimensió 4 grup II (II)*

Amb relació a les **tendències identificades a partir de la presència de les categories**, la dimensió FA en el grup II es caracteritza per tenir la presència de totes les categories, repartides en proporcions diferenciades, essent la freqüència d'aquestes inversa a la complexitat de la categoria. Això té relació amb el  $G_p$  de les categories: les categories amb menor  $G_p$  són AX i AE i la categoria amb major  $G_p$  és la categoria Agents Centrals. En concret, pel que fa a la presència de les categories en les fases, a mesura que augmenta la complexitat en les categories la seva presència en les fases disminueix. I pel que fa a les activitats, les categories de menor complexitat són presents en més activitats que les categories de major complexitat.

Amb relació a les **tendències identificades a partir de distribució de la freqüència**, les categories de major complexitat (AE i AX) concentren la seva freqüència en una única fase, en canvi les altres es

reparteixen entre les quatre fases. Pel que fa al comportament en les activitats, les categories presenten diverses tendències sense poder establir una relació amb el seu grau de complexitat

Una mirada de conjunt per a la dimensió permet afirmar que:

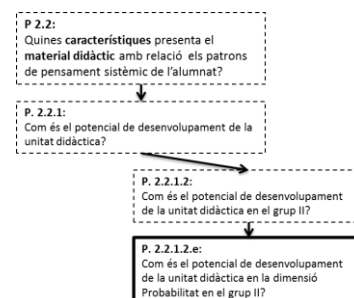
Els resultats per a la dimensió Flux d'Agents mostren que totes les categories són presents distribuïdes de forma heterogènia.. Pel que fa als valors del gradient de presència de les categories se situen en tot l'espectre de valors possibles. entre els valors baixos, essent la categoria Agents Centrals la que assoleix major valor. Per tot això **el Gradient d'expressió de la dimensió Flux d'Agents en el grup II és moderat.**

Pel que fa a les tendències identificades amb relació a la presència de categories en les activitats i les fases de la unitat didàctica, hi ha una marcada tendència de les categories de baixa complexitat a ser més presents en les activitats que les categories de major complexitat. A nivell de fases a mesura que augmenta la complexitat en les categories la seva presència en les fases disminueix, assolint la màxima presència en les quatre fases les categories de complexitat baixa i moderada. Per tant, **a mesura que augmenta la complexitat en les categories la seva presència en les activitats i les fases de la unitat didàctica disminueix. Les categories que són presents al llarg de les quatre fases de la unitat didàctica són les que se situen en el gradient de complexitat baix i moderat.**

Pel que fa a les tendències identificades amb relació a la distribució de la freqüència de les categories en les activitats **les categories presenten tendència a concentrar-se en una única activitat.** Pel que fa a la distribució de la freqüència de les categories en les fases de la unitat didàctica varien segons la fase i la complexitat d'aquestes de manera que les categories de menor i major complexitat presenten els valors més elevats en la FEX i les categories de complexitat moderada en la FAC i la FIC. **No es pot establir una fase de la unitat didàctica on les categories mostrin els valors més alts de freqüència.**

Finalment, la **relació entre el Gradient de presència i la complexitat en les categories és inversa.**

### VI.2.2.5. Pregunta 2.1.1.2.e: Com és el gradient d'expressió en la dimensió Probabilitat en el grup II?



A continuació es presenten els resultats que permeten respondre la pregunta amb relació a les característiques de la dimensió Probabilitat en el grup II.

La següent figura mostra el diagrama que relaciona el grau de complexitat en les categories amb el seu gradient de presència:

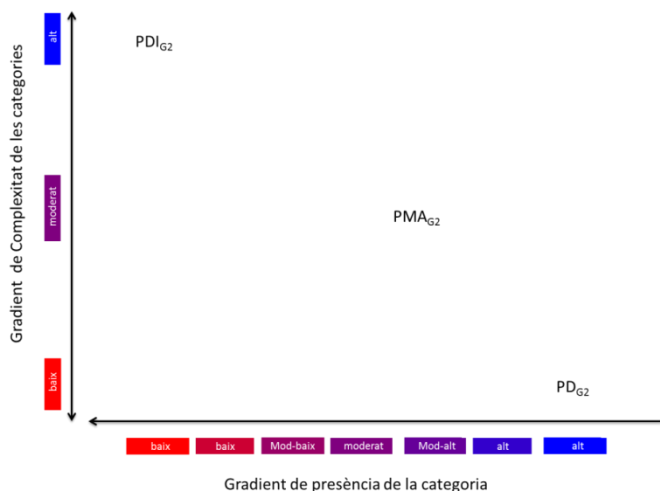


Figura 107: Diagrama de relació entre el gradient de complexitat en les categories i el gradient de presència de les categories de la dimensió 5 en el grup II

En la taula següent es presenta un resum de les tendències identificades a partir de la informació recollida en la Figura 107:

Resum tendències per a la dimensió P del grup II	
Quantitat de categories de la dimensió P presents	Presència de 3/3 categories distribuïdes de forma molt heterogènia
Categoria(es) amb menor grau d'expressió	PDI (Baix)
Categoria(es) amb major grau d'expressió	PD (Alt)
Relació $G_c$ de la categoria i $G_p$ de la categoria	Inversa: a mesura que augmenta la complexitat en les categories el seu $G_p$ disminueix

Taula 125: Resum tendències dimensió 5 grup II (I)

A continuació es presenta el valor del gradient d'expressió de la dimensió:

Grau d'expressió de la dimensió Probabilitat en la unitat didàctica del grup II	Moderat
---	---------

Taula 126: Valor del gradient d'expressió de la dimensió Probabilitat en la unitat didàctica del grup II

El gradient d'expressió de la dimensió prové de la interpretació dels valors obtinguts per a determinats paràmetres. En aquest cas la categoria de major freqüència és la categoria que correspon al nivell més baix de complexitat dins la dimensió (PD), destacant que la seva freqüència representa més de  $\frac{3}{4}$  parts de totes les unitats de significat. D'altra banda, la categoria de menor freqüència del conjunt de la dimensió respon al nivell més elevat de complexitat possible dins del contínuum (PDI), destacant que la presència d'aquesta categoria és pràcticament testimonial. Aquesta tendència es correspon també amb la presència d'aquestes categories en el conjunt d'activitats i fases, essent la categoria PD la que és present més vegades mentre que la categoria PDI només ho és en una activitat del conjunt d'activitats analitzades. Així, tant la categoria de major complexitat com la de menor complexitat possible hi són presents, però amb graus d'expressió diferenciats, essent el grau d'expressió invers a la complexitat de la categoria. Per tot això, el **grau de d'expressió de la dimensió** Probabilitat en la unitat didàctica del grup II és Moderat.



Finalment, la **relació entre el  $G_c$  en les categories i el seu  $G_p$**  és inversa, és a dir, a mesura que augmenta el grau de complexitat de la categoria, el seu grau d'expressió disminueix.

En l'Annex 3 s'hi poden trobar les gràfiques de freqüències relatives de les categories de la dimensió P en les activitats del Grup II, que relacionen la freqüència de les categories en les activitats i les fases de la unitat didàctica.

En la taula següent es presenta un resum de les tendències identificades a partir de la informació recollida en les gràfiques.

Resum tendències per a la dimensió P del grup II	
Presència de les categories en fases	A mesura que augmenta la complexitat de la categoria disminueix la seva presència en les fases
Presència de les categories en activitats	Les categories de menor complexitat són presents en més activitats que les categories de major complexitat.
Freqüència de les categories per fase	S'observa diversitat de tendències, tot i que en general els valors més elevats de freqüències de les categories s'observen en la FEX. La categoria PDI concentra la seva presència en aquesta fase.
Freqüència de les categories per activitats	A mesura que augmenta la complexitat de la categoria es tendeix a concentrar la freqüència en una única activitat de la fase on s'és present.

Taula 127: Resum tendències dimensió 5 grup II (II)

Amb relació a les **tendències identificades a partir de la presència de les categories**, la dimensió P en el grup II es caracteritza per tenir la presència de totes les categories, repartides en proporcions molt heterogènies, ja que el 88% pertany a una única categoria. Això es tradueix en graus d'expressió diferenciats, inversos al grau de complexitat de la categoria, essent, la categoria amb menor  $G_p$  és PDI i la categoria amb major  $G_p$  és PD. En concret, pel que fa a la presència de les categories en les fases, a mesura que augmenta la complexitat de la categoria disminueix la seva presència en les fases, de la mateixa manera que les categories de menor complexitat són presents en més activitats que les categories de major complexitat.

Amb relació a les **tendències identificades a partir de la distribució de la freqüència** s'observa diversitat de tendències, tot i que en general els valors més elevats de freqüències de les categories es troben en la FEX. La categoria PDI, per exemple, concentra la seva presència en aquesta fase. Pel que fa al comportament en les activitats, a mesura que augmenta la complexitat de la categoria es tendeix a concentrar la freqüència en una única activitat de la fase on s'és present.

Una mirada de conjunt per a la dimensió permet afirmar que:

Els resultats per a la dimensió Probabilitat mostren que hi ha presència de les tres categories. Els valors del  $G_p$  de les categories van de valor baix al valor alt, essent la categoria amb un major valor Probabilitat Determinista. Per tot això **el Gradient d'expressió de la dimensió Probabilitat en el grup II és moderat.**

Pel que fa a les tendències identificades amb relació a la presència de categories en les activitats i les fases de la unitat les categories de menor complexitat són presents en més activitats que les categories de major complexitat. D'altra banda s'observa que **a mesura que augmenta la complexitat de la categoria disminueix la seva presència en les activitats i les fases de la unitat didàctica. Les**

categories que són presents al llarg de les quatre fases de la unitat didàctica són les que se situen en el gradient de complexitat baix i moderat.

Pel que fa a les tendències identificades amb relació a la distribució de la freqüència de les categories en les activitats s'observa que **a mesura que augmenta la complexitat en la categoria es tendeix a concentrar la freqüència en una única activitat de la fase on s'és present**. I pel que fa a distribució de la freqüència en les fases de la unitat didàctica, **les categories presenten la seva major freqüència en les activitats de les fases d'exploració dels continguts**.

Finalment, la relació entre el Gradient de presència i la complexitat en les categories és inversa.

### VI.2.2.6. Pregunta 2.1.1.2: Com és el gradient d'expressió de les dimensions en el grup II?

A continuació es respon la pregunta 2.1.1.2. que sintetitza les característiques dels valors del gradient d'expressió pel conjunt de les dimensions del grup II. La següent figura situa la pregunta amb relació als objectius de la recerca:

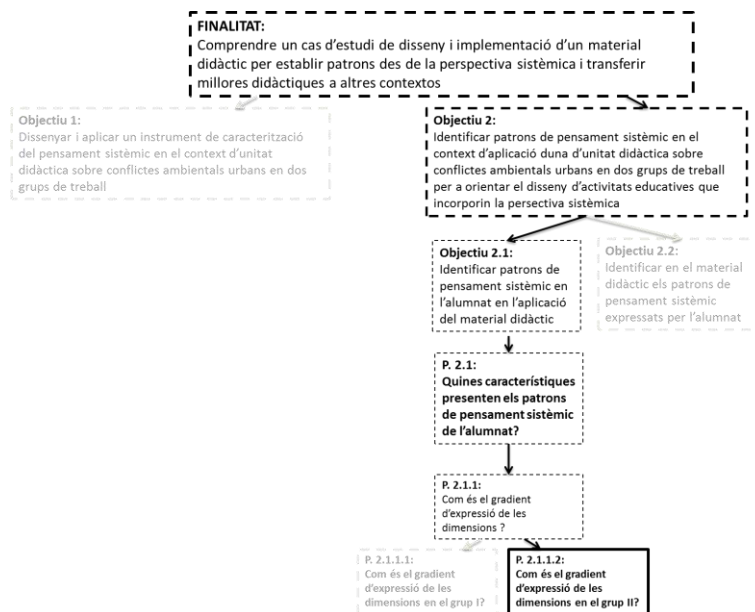


Figura 108: Pregunta de recerca 2.1.1.2. en l'esquema d'objectius de la recerca

En la següent taula es presenta un resum dels valors del gradient de presència per a les categories de cada dimensió del grup II:

GRUP II	
Nivell escalar	<p>baix ← Baix Baix Mod-baix Moderat Mod-alt Alt Alt → alt</p>
Obertura del sistema	<p>baix ← SO2G2 SO1G2 STG2 SO3G2 → alt</p> <p>Baix Baix Mod-baix Moderat Mod-alt Alt Alt</p>

Patró d'interacció	
Flux d'agents	
Probabilitat	

Taula 128: Resum dels valors del gradient de presència de les categories per a les dimensions en el grup II

En la següent figura es mostren els valors del grau d'expressió de cada dimensió per al grup II:

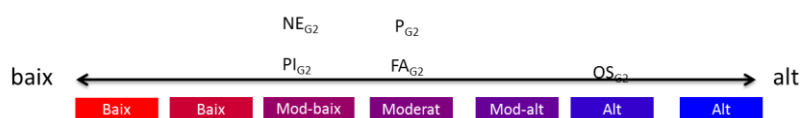


Figura 109: Resum dels valors del grau d'expressió de les dimensions en el grup II

Pel que fa al grau d'expressió de les dimensions en el grup II el gruix de resultats se situa en el valor moderat-baix, amb excepció de la dimensió OS que obté un valor Alt. Pel que fa als valor del gradient de presència de les categories aquests se situen al llarg del contínuum de valors en la majoria de dimensions. Així doncs, les dimensions NE, PI, FA, P cobreixen tot l'espectre de valors possibles, des del baix fins a l'alt- La dimensió OS presenta un ventall de valors més reduït des del moderat-alt fins a l'alt.

La relació del valor del gradient de presència i la complexitat en les categories és inversa en les dimensions PI, FA, P, és a dir, a major complexitat menor grau d'expressió, mentre que per a les dimensions NE i OS la relació és directa, és a dir, a major complexitat en les categories major valor del gradient de presència.

Pel que fa a la quantitat de categories presents de les dimensions, en les dimensions OS, FA, P totes les seves categories hi són presents, en les dimensions PI i NE hi són presents una gran part de les categories: en la dimensió PI hi són presents 15 de les 16 categories, i en la dimensió NE hi són presents 16 de les 22 categories.

Pel que fa a la relació entre la distribució de la presència de les categories i la seva complexitat s'observa que a mesura que augmenta la complexitat en les categories de la dimensió la seva presència tant en les activitats com en les fases tendeix a disminuir. En el cas de la dimensió NE la tendència s'inverteix ja que són les categories de complexitat més baixa i més alta les que presenten una major presència. En el cas de la dimensió OS aquesta tendència també s'inverteix en el grup II, essent les categories de major complexitat les que presenten més presència en les activitats i en les fases.

Pel que fa a la distribució de la freqüència de les categories de les dimensions en les activitats i les fases de la unitat didàctica s'observa una tendència majoritària: a mesura que augmenta la complexitat en les categories aquestes tendeixen a concentrar-se en una activitat. En la dimensió NE en canvi, a mesura que augmenta la complexitat hi ha més diversitat de tendències (repartir la freqüència en diverses

activitats o repartir-se homogèniament en es activitats on té presència). En les dimensions PI i FA s'observen diversitat de tendències que no permeten establir una relació amb la complexitat de la categoria. Així en augmentar la complexitat en les categories en alguns casos les categories concentren la seva freqüència en una activitat, en d'altres reparteixen la seva freqüència en diverses activitats.

Finalment, una mirada global als resultats de les dimensions en el grup II permet afirmar que,

En aquest grup s'observen dues tipologies de tendències clarament diferenciades segons la dimensió. Així, les dimensions NE i OS presenten un tipus de tendències diferents a les del grup I. En canvi, les dimensions PI, FA i P presenten les mateixes tendències que les dimensions del grup I.

Per tant les tendències de les dimensions NE i OS amb relació a la presència de les categories en les activitats i les fases de la unitat didàctica s'observa que les categories de major complexitat són presents en més activitats i en més fases que les categories de menor complexitat. D'altra banda les categories presenten tant la tendència a concentrar-se en una única activitat com a repartir-se en diverses activitats de manera que a mesura que augmenta la complexitat de la categoria aquestes presenten tendències més diverses. A nivell de freqüències majoritàries en les fases les categories presenten les freqüències majoritàries en la FEX i la FAC. I la relació entre el gradient de presència de les categories i la seva complexitat és directa.

### VI.2.3. Pregunta 2.1.1: Com és el gradient d'expressió de les dimensions ?

En aquest apartat es recullen les tendències identificades per al conjunt de les dimensions en els dos grups. Es destaquen aquells aspectes en comú i aquells aspectes diferenciadors de les dimensions. La següent figura situa la pregunta 2.1.1. amb relació als objectius de la recerca:

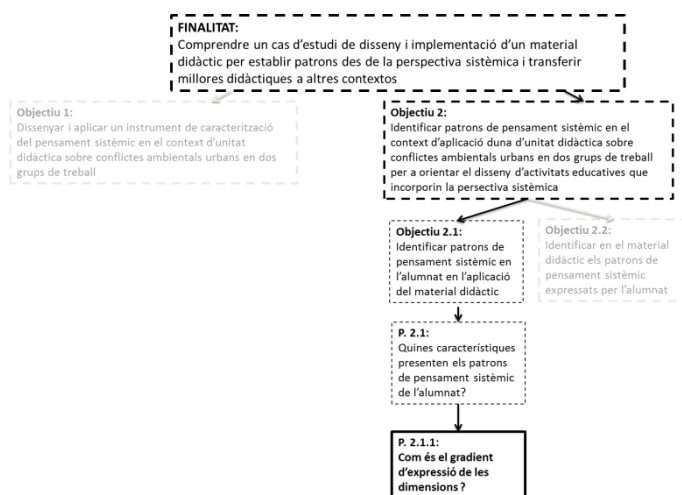


Figura 110: Pregunta de recerca 2.1.1. en l'esquema d'objectius de la recerca

En la següent taula es presenta un resum dels valors del gradient de presència per a les categories de cada dimensió i grup:

	GRUP I	GRUP II
Nivell escalar	<p>Mi4-me<sub>G1</sub>, Mi3-me<sub>G1</sub>, Mi-me<sub>G1</sub>, Me3-ma<sub>G1</sub>, Me4-ma<sub>G1</sub>, me2-ma<sub>G1</sub>, Mi3-me2-ma<sub>G1</sub>, Mi2-me2-ma<sub>G1</sub>, Mi-me-ma<sub>G1</sub>, me-ma<sub>G1</sub>, Mi3-me3-ma<sub>G1</sub>, Mi2-me3-ma<sub>G1</sub>, ma<sub>G1</sub>, Mi-me2-ma<sub>G1</sub></p> <p>baix ← Baix Baix Mod-baix Moderat Mod-alt Alt Alt → alt</p>	<p>Mi4-me<sub>G2</sub>, Me3-ma<sub>G2</sub>, Me4-ma<sub>G2</sub>, Me5-ma<sub>G2</sub>, Mi5-me4-ma<sub>G2</sub>, Mi-me<sub>G2</sub>, Mi3-me<sub>G2</sub>, Me2-ma<sub>G2</sub>, Mi3-me-ma<sub>G2</sub>, Mi2-me2-ma<sub>G2</sub>, Mi3-me2-ma<sub>G2</sub>, Mi2-me<sub>G2</sub>, me-ma<sub>G2</sub>, Mi-me-ma<sub>G2</sub>, Mi2-me-ma<sub>G2</sub>, Mi-me2-ma<sub>G2</sub></p> <p>baix ← Baix Baix Mod-baix Moderat Mod-alt Alt Alt → alt</p>
Obertura del sistema	<p>SO<sub>G1</sub>, SO3<sub>G1</sub>, SO2<sub>G1</sub>, ST<sub>G1</sub>, SO1<sub>G1</sub></p> <p>baix ← Baix Baix Mod-baix Moderat Mod-alt Alt Alt → alt</p>	<p>SO2<sub>G2</sub>, ST<sub>G2</sub>, SO1<sub>G2</sub>, SO3<sub>G2</sub>, SO<sub>G2</sub></p> <p>baix ← Baix Baix Mod-baix Moderat Mod-alt Alt Alt → alt</p>
Patró d'interacció	<p>ILS<sub>G1</sub>, ID<sub>G1</sub>, ID+<sub>G1</sub>, IREC<sub>G1</sub>, ILS+<sub>G1</sub>, NI<sub>G1</sub>, ILSN<sub>G1</sub>, ILS+*<sub>G1</sub>, ID<sub>G1</sub>, ILM<sub>G1</sub>, ILMC<sub>G1</sub>, IDM<sub>G1</sub>, ILS<sub>G1</sub></p> <p>baix ← Baix Baix Mod-baix Moderat Mod-alt Alt Alt → alt</p>	<p>ILSN<sub>G2</sub>, ILS<sub>G2</sub>, ILM<sub>G2</sub>, IREC<sub>G2</sub>, IRET<sub>G2</sub>, ID<sub>G2</sub>, ID+<sub>G2</sub>, ILS+*<sub>G2</sub>, IDM<sub>G2</sub>, NI<sub>G2</sub>, ILS+<sub>G2</sub>, ILM<sub>G2</sub>, ID<sub>G2</sub>, ILS<sub>G2</sub>, ILMC<sub>G2</sub></p> <p>baix ← Baix Baix Mod-baix Moderat Mod-alt Alt Alt → alt</p>
Flux d'agents	<p>AE<sub>G1</sub>, AD<sub>G1</sub>, ACA<sub>G1</sub>, AX<sub>G1</sub>, ACE<sub>G1</sub></p> <p>baix ← Baix Baix Mod-baix Moderat Mod-alt Alt Alt → alt</p>	<p>AX<sub>G2</sub>, AE<sub>G2</sub>, AD<sub>G2</sub>, ACA<sub>G2</sub>, ACE<sub>G2</sub></p> <p>baix ← Baix Baix Mod-baix Moderat Mod-alt Alt Alt → alt</p>
Probabilitat	<p>PMA<sub>G1</sub>, PD<sub>G1</sub></p> <p>baix ← Baix Baix Mod-baix Moderat Mod-alt Alt Alt → alt</p>	<p>PDI<sub>G2</sub>, PMA<sub>G2</sub>, PD<sub>G2</sub></p> <p>baix ← Baix Baix Mod-baix Moderat Mod-alt Alt Alt → alt</p>

Resum Graus d'expressió de les categories de cada dimensió

En la següent figura es mostren els valors del grau d'expressió de cada dimensió i grup:

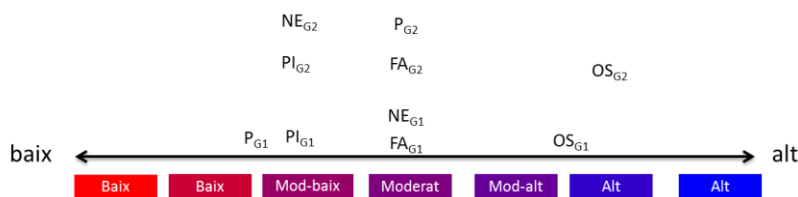


Figura 111: Resum dels Graus d'expressió de les dimensions per grup

A continuació es presenten els resultats que es deriven de creuar els resultats per al gradient d'expressió de cada dimensió i de cada grup. Els resultats es presenten en funció dels següents paràmetres:

- Grau d'expressió de la dimensió
- Gradient de presència de les categories
- Presència de categories de la dimensió en les activitats i les fases de la unitat didàctica
- Freqüència de categories de la dimensió en les activitats i les fases de la unitat didàctica
- Espais afavoridors del pensament sistèmic

### Tendències amb relació al Gradient d'expressió de les dimensions

Els valors per al Gradient d'expressió de les dimensions del pensament sistèmic se situen majoritàriament entre el baix i el moderat, exceptuant la dimensió Obertura del Sistema que se situa entre el moderat-alt i alt.

A partir dels valors del Gradient de Presència obtinguts per a cada categoria es pot veure l'amplitud de valors de cada dimensió, és el que es mostra en la següent figura:

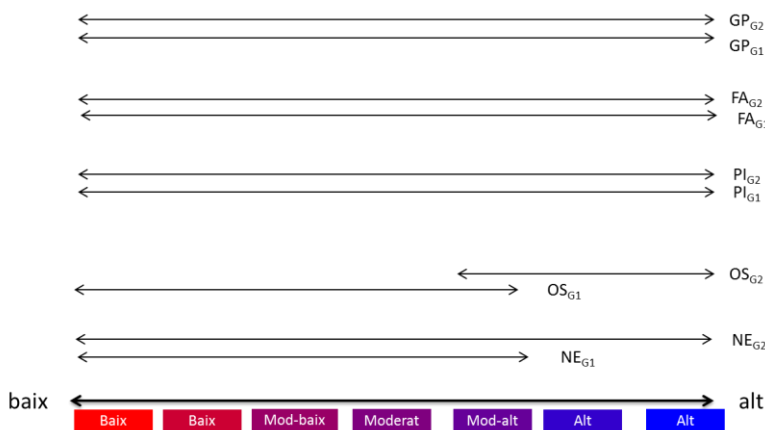


Figura 112: Ventall de valors que ocupen les categories de cada dimensió

A partir d'aquesta representació s'observen diverses tendències:

D'una banda les dimensions Patró d'Interacció, Flux d'Agents i Probabilitat presenten tot el ventall de valors possibles en els resultats dels dos grups.

La dimensió Nivell Escalar presenta una tendència força clara en la qual la majoria de valors de les categories són compartits pels dos grups, en concret els valors que van del baix al moderat-alt.

Finalment la dimensió Obertura del Sistema no presenta una tendència definida ja que els resultats en funció del grup no són coincidents.

### Tendències amb relació al Gradient de presència de les categories

En la taula següent es mostren les categories de cada dimensió que han obtingut el valor més alt de Gradient de presència. Cada categoria s'ha pintat amb el color que indica el grau de complexitat d'aquesta, essent vermell baix, lila moderat i blau alt:

Dimensió	Grup I	Grup II
NE	Meso-macro	micro-meso-macro micro2-meso-macro micro-meso2-macro
OS	ES	SR
PI	Interacció linear simple	Interacció linear simple
FA	Agents Centrals	Agents Centrals
P	Probabilitat Determinista	Probabilitat Determinista

Taula 129: Categories amb major gradient de presència de cada dimensió

Les categories amb major Gradient de presència representen una complexitat baixa en les dimensions FA, PI, P i en canvi, representen una complexitat moderada o alta en les dimensions NE i OS.

Els resultats permeten observar una tendència força generalitzada i és que en la majoria de casos **les categories amb major gradient de presència són les de menor complexitat**, exceptuant la dimensió Obertura del Sistema en la qual les categories amb major gradient de presència representen una complexitat moderada i alta. Per tant, la relació entre el gradient de presència i la complexitat en les categories és inversa per a les dimensions PI, FA, P; la relació és directa per a la dimensió OS i la relació presenta una tendència definida per ala dimensió NE.

En la taula següent es mostren les categories de cada dimensió que han obtingut el valor més baix de Gradient de presència. Cada categoria s'ha pintat amb el color que indica el grau de complexitat d'aquesta, essent vermell baix, lila moderat i blau alt:

Dimensió	Grup I	Grup II
NE	micro4-meso, micro3-meso-macro, micro-meso4-macro micro3-meso4-macro	meso3-macro meso4-macro meso5-macro micro5-meso4-macro
OS	SR	ES
PI	Interacció linear simple -- Interacció dòmino + Interacció dòmino – Interacció retroactiva	Interacció linear simple neutra Interacció linear simple -- Interacció linear múltiple Interacció recursiva Interacció retroactiva
FA	AE	AX AE
P	PMA	PDI

Taula 130: Categories amb menor gradient de presència de cada dimensió

Els resultats presenten major variabilitat tot i que en aquesta taula hi ha predomini de categories que representen una complexitat moderada i alta, de manera que en aquest cas la tendència es defineix com que **les categories amb menor gradient de presència són les de major complexitat**, exceptuant les dimensions PI i FA on també hi apareixen categories que representen



baixa i moderada complexitat. Per tant, la relació entre el gradient de presència i la complexitat en les categories és inversa per a les dimensions NE, OS, FA, P; la relació no presenta una tendència definida per a la dimensió PI.

### **Tendències amb relació a la presència de categories en les activitats i les fases de la unitat didàctica**

Aquestes tendències fan referència a la quantitat de categories de cada dimensió que tenen presència en les activitats i les fases de la unitat didàctica.

En general els valors de presència de categories de cada dimensió són elevats ja que es pot afirmar que en totes les dimensions hi ha la presència de més del 70% de les seves categories, tot i que les dimensions en el grup II tenen més presència de categories que les dimensions en el grup I.

Pel que fa a la relació entre la presència de les categories en les activitats i les fases de la unitat didàctica i la seva complexitat s'observa una tendència generalitzada per al conjunt de les dimensions: **a mesura que augmenta la complexitat en les categories la seva presència tant en les activitats com en les fases de la unitat didàctica tendeix a disminuir.**

### **Tendències amb relació a la freqüència de categories en les activitats i les fases de la unitat didàctica**

Aquest resultat fa referència a la distribució de la freqüència de les categories en les activitats i les fases de la unitat didàctica. Els resultats permeten afirmar que les categories presenten dues tipologies de tendències possibles: tendència a repartir-se entre les activitats on són presents, o bé tendència a concentrar-se en una única activitat.

En el conjunt de les dimensions s'observa que aquestes dues tendències es manifesten equitativament, però en relacionar aquest resultat amb la complexitat en les categories es pot establir una tendència majoritària per al conjunt de les dimensions: **les categories que representen una complexitat baixa tenen tendència a repartir la seva freqüència entre les diferents activitats on són presents, mentre que a mesura que augmenta la complexitat en les categories aquestes tendeixen a concentrar-se en una única activitat.** D'altra banda, també s'ha observat que en les categories que representen una menor complexitat es manifesten més les dues tipologies de comportament, mentre que en les categories que representen una major complexitat la tendència s'homogeneïtza.

### **Espais afavoridors del pensament sistèmic**

A continuació es representen els valors del gradient de presència obtinguts per a cada categoria situats en els espais afavoridors del pensament sistèmic per al conjunt dels dos grups:

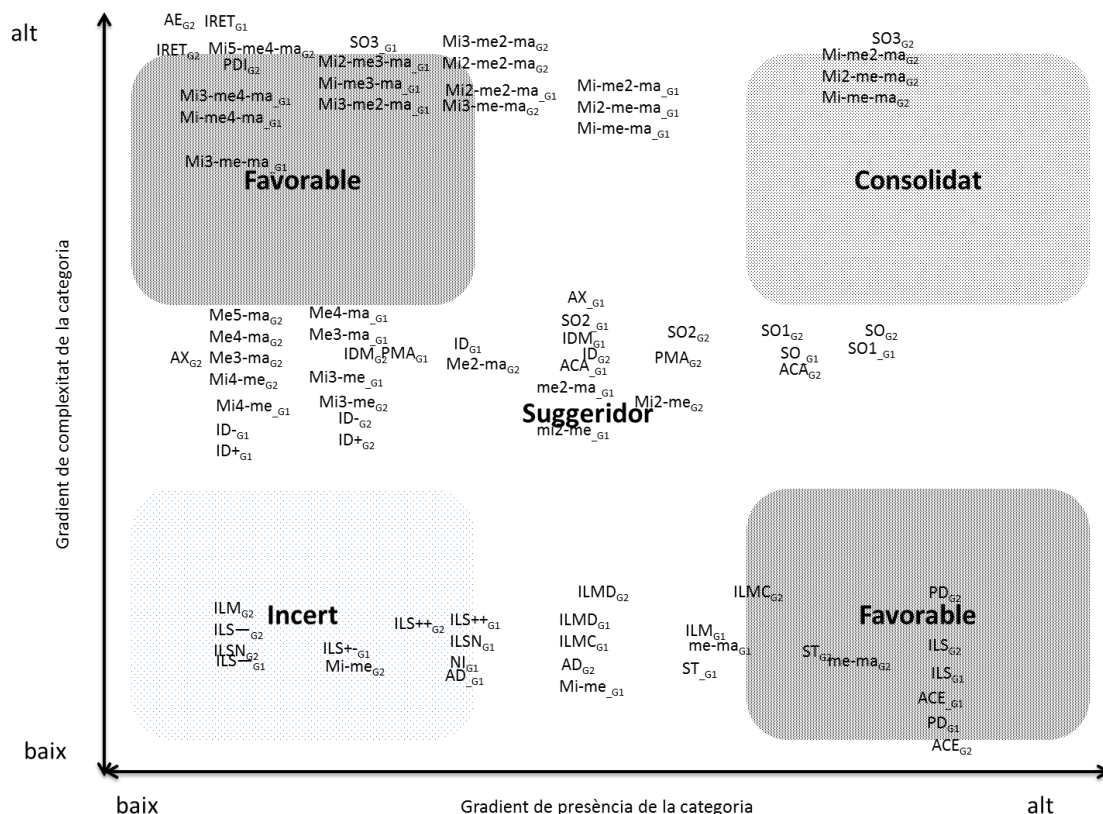


Figura 113: Representació dels espais d'emergència del pensament sistemàtic dels dos grups

La representació dels resultats en funció dels espais afavoridors del pensament sistemàtic permeten donar un valor qualitatiu a la relació entre el gradient de presència d'una categoria i la seva complexitat. Els resultats permeten identificar tendències comuns entre els dos grups i per al conjunt de les dimensions.

L'espai que conté una major quantitat d'elements és l'espai favorable i es caracteritza per la presència de categories que tenen un alt gradient de presència però baixa complexitat, i categories que tenen un baix gradient de presència però alta complexitat, per tant es confirma la tendència a una relació inversa entre el gradient de presència i la complexitat en les categories.

L'espai suggeridor també compta amb una gran quantitat d'elements. En aquest sentit es pot afirmar que les condicions per a l'emergència del pensament sistemàtic existeixen però les categories no s'acaben d'aprofitar, ja que les categories es queden en un gradient de presència majoritàriament moderat.

Els resultats per a l'espai incert mostren que hi ha poques categories que s'hi situïn, són les categories menys significatives per a la construcció del pensament sistemàtic tot i que possiblement necessàries, en el sentit que l'existència d'aquestes categories pot representar el punt de partida per una part de l'alumnat per tal d'evolucionar cap a formes de pensament més complexes.

Els resultats per a l'espai consolidat són els que presenten més diferències entre els grups i no permeten establir una tendència majoritària. Per al grup I aquest espai està buit, en canvi, en el cas del grup II aquest espai està ocupat per categories corresponents a les dimensions Nivell Escalar i

Obertura del Sistema, coincidint amb les dues dimensions de major significativitat per a la construcció del pensament sistèmic tal i com ha expressat l'alumnat.

## VI.2.4. Pregunta 2.1: Quines característiques presenten els patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat amb relació a les dimensions?

En aquest apartat es caracteritzen els patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat amb relació a les dimensions i correspon a la pregunta de recerca 2.1., tal i com es mostra en la següent figura:

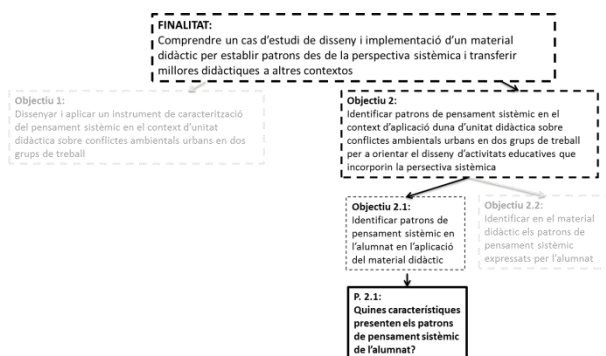


Figura 114: Pregunta de recerca 2.1. en l'esquema d'objectius de la recerca

La resposta s'ha estructurat en funció de dos aspectes, del més concret al més global:

- La caracterització de les categories segons la seva significativitat en l'alumnat
- La caracterització de les dimensions segons la seva significativitat en l'alumnat

### La caracterització de les categories segons la seva significativitat en l'alumnat

Els resultats permeten afirmar que existeix per a cada dimensió una categoria que és representativament més significativa que les altres (les categories de cada dimensió que han obtingut el gradient de presència més alt), així com existeixen diverses categories que es consideren poc significatives per a l'alumnat a l'hora d'expressar el pensament sistèmic (les categories de cada dimensió que han obtingut el gradient de presència més baix). En primer lloc es discuteixen les característiques de les categories més significatives i a continuació es discuteixen les característiques de les categories menys significatives.

En la taula següent es mostren les categories més significatives de cada dimensió. Cada categoria s'ha pintat amb el color que indica el grau de complexitat d'aquesta, essent vermell baix, lila moderat i blau alt:

Dimensió	Grup I	Grup II
NE	Meso-macro	micro-meso-macro micro2-meso-macro micro-meso2-macro
OS	Sistema-Entorn	Sistema Obert Recíproc
PI	Interacció linear simple	Interacció linear simple
FA	Agents Centrals	Agents Centrals
P	Probabilitat Determinista	Probabilitat Determinista

Taula 131: Categories més significatives per l'alumnat en la construcció del pensament sistèmic

Aquestes categories presenten un patró de comportament clarament diferenciat de la resta tal i com es mostra en el quadre següent.

- La categoria és present en totes les fases, i predomina en la d'exploració o d'aplicació.
- La categoria és present en totes les activitats d'almenys dues fases
- La categoria mostra tendència a presentar freqüències majoritàries en una de les activitats: és present en més d'una activitat però presenta una freqüència destacada en una de les activitats. En menys casos concentra la seva freqüència en una única activitat.
- El gradient de presència de la categoria és Alt
- El grau de complexitat de la categoria: en la majoria de casos són categories de complexitat baixa però no la de menor complexitat possible.

Figura 115: Característiques de les categories més significatives per l'alumnat en la construcció del pensament sistèmic

Així doncs les categories més significatives per a l'alumnat a l'hora d'expressar-se utilitzant el pensament sistèmic són majoritàriament de complexitat baixa, tenen presència continuada al llarg de la unitat didàctica tot i que es troben sobretot en les fases d'exploració i d'aplicació.

El fet que aquestes categories hagin assolit el valor màxim del gradient de presència en totes les dimensions permet afirmar que les dimensions del pensament sistèmic són totes significatives.

A continuació es discuteixen els resultats en funció de cada dimensió:

Els resultats per a la dimensió Nivell Escalar no permeten detectar un patró definit ja que els resultats són molt diferenciats en funció del grup. En un dels casos per a l'alumnat la categoria amb major grau d'expressió és la categoria meso-macro, que indica relació del sistema amb el seu entorn però sense identificar components del sistema. De manera que, tot i identificar en el sistema la capacitat d'intercanviar fluxos que especialment modifiquen l'entorn, en no identificar els components, l'alumnat estaria obviant el caràcter emergent d'aquests processos i els diferents nivells escalars que hi intervenen. En l'altre cas, la categoria amb major grau d'expressió són tres les categories més significatives: la categoria micro-meso-macro, micro2-meso-macro i micro-meso2-macro, que indiquen relació dels components del sistema i del sistema amb el seu entorn i amb d'altres sistemes. Així doncs en conjunt es pot afirmar que **per a l'alumnat el sistema és obert i es relaciona amb l'entorn. No sempre és necessari identificar components estructurants del sistema per establir interaccions entre el sistema i l'entorn.**

Els resultats per a la dimensió Obertura del Sistema també presenten diferències a l'hora d'establir una tendència generalitzada tot i que existeixen punts en comú. L'alumnat identifica el sistema

obert, ja que ambdues categories impliquen la identificació de fluxos en el sistema, fet que es deriva de la interacció del sistema amb el seu entorn. En un dels casos prenen rellevància els fluxos que van de l'entorn cap al sistema, mentre que en l'altre cas l'alumnat troba significatius aquells intercanvis que són recíprocs entre el sistema i l'entorn. Per tant, **per a l'alumnat el sistema és obert i interacciona amb l'entorn. És especialment significativa la capacitat del sistema de modificar l'entorn.**

Els resultats per a la dimensió Flux d'Agents permeten establir una tendència generalitzada ja que la categoria amb major significativitat és Agents Centrals. Aquesta categoria reflecteix el caràcter centralitzador dels components que intervenen en les interaccions que es produeixen en un sistema, atribuint una única causa per a un únic efecte. **L'alumnat identifica majoritàriament interaccions protagonitzades per agents centralitzadors de les causes i els efectes en parlar de processos en els quals intervenen multitud de variables interaccionant a l'hora en diferents escales.**

Els resultats per a la dimensió Patró d'Interacció permeten establir una tendència generalitzada ja que la categoria amb major significativitat és Interacció Linear Simple. Aquesta categoria indica interaccions linears unidireccionals entre dos components segons l'esquema una causa-un efecte. Aquests resultats posen de manifest la tendència al pensament centralitzat i a explicar processos complexos a partir de patrons simples. Així, **l'alumnat explica els processos que tenen lloc en l'àmbit de la qualitat ambiental a partir d'interaccions que responen a patrons linears simples protagonitzades per agents centralitzadors.**

Finalment, Els resultats per a la dimensió Probabilitat permeten establir una tendència generalitzada ja que la categoria amb major significativitat és Probabilitat Determinista. En aquest cas indica que l'alumnat en parlar de les conseqüències d'una acció ho fa en una perspectiva determinista, és a dir, prediu quines serien les conseqüències d'aquella acció sense deixar lloc al dubte o la intervenció de factors atzarosos o no previsibles, contrari a la idea de l'acció estratègica. Per tant, **l'alumnat situa les accions en el temps sense lloc a la indeterminació. És a dir, pot preveure totes les conseqüències que tindrà un acció en el futur. L'alumnat no planteja les seves accions en el medi com a estratègies que poden estar subjectes a la incertesa o l'atzar, sinó que les planteja com a intervencions amb efectes i conseqüències coneguts.**

Pel que fa a les categories menys significatives per l'alumnat es mostren en la taula següent. Cada categoria s'ha pintat amb el color que indica el grau de complexitat d'aquesta, essent vermell baix, lila moderat i blau alt:

	Grup I	Grup II
Nivell Escalar	micro4-meso, micro3-meso-macro, micro-meso4-macro micro3-meso4-macro	meso3-macro, meso4-macro, meso5-macro, micro5-meso4-macro
Obertura del sistema	SR	ES
Flux d'Agents	AE	AX , AE
Patró d'interacció	ILS-, ID+, ID-, IREC	ILSN, ILS-, ILM, IREC, IRET
Probabilitat	PMA	PDI

Taula 132: Categories menys significatives per l'alumnat en la construcció del pensament sistèmic

Aquestes categories presenten un patró de comportament clarament diferenciat de la resta tal i com es mostra en el quadre següent.

- Present en una de les fases de la unitat didàctica
- Predomina en la fase d'exploració
- Present en una de les activitats de la fase on és present (només és present en aquesta activitat de tota la unitat)
- Tendència a concentrar la seva freqüència en una única activitat
- Grau d'expressió : Baix
- Grau de complexitat de la categoria: La categoria menys expressada és la de major complexitat de la dimensió, o en la seva absència, la de major complexitat present

*Figura 116: Característiques de les categories menys significatives per l'alumnat en la construcció del pensament sistèmic*

Així doncs les categories menys significatives per a l'alumnat a l'hora d'expressar-se utilitzant el pensament sistèmic són majoritàriament són de complexitat alta, tenen presència puntual en la unitat didàctica i es troben principalment en la fase d'exploració.

A continuació es discuteixen els resultats en funció de cada dimensió:

Els resultats per a la dimensió Nivell Escalar no permeten detectar un patró definit ja que els resultats són molt diferenciats en funció del grup tot i que es pot afirmar que les categories menys significatives se situen en un gradient de complexitat moderat i alt. En un dels casos resulten poc significatives per a l'alumnat aquelles categories que representen les interaccions més complexes en les quals hi intervenen diversos sistemes que es relacionen entre ells i entre els seus components, són relacions escalars de tres nivells. En l'altre cas, en canvi, per a l'alumnat resulta més difícil relacionar dos o més sistemes si no és a partir dels components estructurants d'aquests, per tant les relacions escalars de dos nivells són menys significatives que les relacions escalars de tres nivells. **Per tant, una part de l'alumnat estableix interaccions entre diversos sistemes preferentment a partir dels seus components estructurants. Una altra part de l'alumnat estableix preferentment interaccions horitzontals entre diversos sistemes que no pas interaccions verticals que impliquen relacions escalars de tres nivells.**

Els resultats per a la dimensió Obertura del Sistema tampoc permeten detectar un patró definit ja que els resultats són molt diferenciats en funció del grup, tot i que com en l'anterior dimensió ambdues categories se situen en gradients de complexitat moderat i alt. Per una part de l'alumnat la categoria que és menys significativa és aquella que representa una relació recíproca entre el sistema i l'entorn mentre que per a l'altre és la categoria que representa les interaccions de l'entorn cap al sistema. **L'alumnat identifica fluxos entre el sistema i l'entorn, però per una part de l'alumnat són poc significatius els intercanvis d'informació que van del sistema a l'entorn, és a dir, és poc significativa la capacitat de l'entorn per modificar el sistema. Les relacions retroactives entre l'entorn i el sistema també són poc significatives per una part de l'alumnat.**

Els resultats per a la dimensió Flux d'Agents permeten establir un patró força definit i com en els casos anteriors les categories menys significatives se situen en gradients de complexitat moderat i alt. Així, per a l'alumnat la menor significativitat amb relació al flux d'agents correspon a relacions

caracteritzades per agents en xarxa o de caràcter emergent, coincidint amb la resistència al pensament emergent apuntada com una de les característiques habituals a l'hora de treballar el pensament sistèmic des de la perspectiva complexa. **Per tant, l'alumnat mostra poca significativitat quan les interaccions evolucionen cap a patrons més complexos en forma d'entramat o de caràcter emergent.**

Els resultats per a la dimensió Patró d'interacció presenten diverses tendències. En primer lloc cal destacar la quantitat de categories que resulten poc significatives i que aquestes se situen en el gradient de complexitat baix, moderat i alt. Tot i això aquestes categories es poden agrupar. Així, per una banda resulten poc significatives aquelles categories que parteixen de relacions linears simples i que expressen alguna característica específica d'aquesta relació. En l'altre extrem també resulten poc significatives aquelles categories que representen les relacions més complexes de retroactivitat i recursivitat. **Davant la diversitat d'interaccions possibles l'alumnat expressa menor significativitat per les interaccions que representen alguna característica específica d'una interacció linear simple, o bé per les interaccions que representen les interaccions més complexes.**

Finalment els resultats per a la dimensió Probabilitat tampoc permeten detectar un patró definit ja que els resultats són molt diferenciats en funció del grup, tot i que com en l'anterior dimensió ambdues categories se situen en gradients de complexitat moderat i alt. Així, per una part de l'alumnat la categoria menys significativa és PMA. Tot i això cal remarcar que l'alumnat no ha identificat cap interacció com a PDI, i que per tant la categoria PMA és la de major complexitat. Per l'altra part de l'alumnat la categoria menys significatives és la categoria PDI. **Per tant, l'atzar i la indeterminació no són significatius per l'alumnat a l'hora de situar les seves accions en el temps. L'alumnat no té en compte la incertesa a l'hora de pensar en els efectes o conseqüències de les accions que planifiquen en el medi. Les accions no són planificades com una estratègia que pot estar sotmesa a canvis pel fet de situar-la en un context que pot evolucionar, sinó que són planificades com una estratègia més aviat rígida que no contempla canvis en l'evolució del context.**

Una visió global per al conjunt dels resultats de les dimensions permet afirmar que:

Les dimensions més significatives per l'alumnat (Nivell Escalar i Obertura del Sistema) presenten un ventall de valors dels gradients de presència de les categories més reduït, concentrant-se especialment en la part de major complexitat del ventall de valors possible. A més, **les dimensions Nivell Escalar i Obertura del Sistema són les úniques que presenten categories en l'espai consolidat d'emergència del pensament sistèmic.**

Les categories de menor significativitat responen a gradients de complexitat moderat i alt, i en la majoria de casos respon a categories que representen la major complexitat possible a l'hora de descriure una interacció. Així doncs, **tot i que de forma poc significativa l'alumnat utilitza les explicacions més complexes per descriure els fenòmens relacionats amb la qualitat ambiental urbana.**

D'altra banda en fixar-se en les categories de major grau d'expressió els resultats permeten establir patrons i tendències de forma definida. En canvi, en fixar-se en les categories amb menor grau d'expressió els resultats entre els dos grups són diferents i amb molts matisos. A més, davant la



diversitat de categories en les dimensions NE, PI l'alumnat mostra clares preferències per alguns patrons, és a dir, en buscar la categoria amb major grau d'expressió, n'identifica una clarament. En canvi, en buscar la categoria amb menor grau d'expressió es pot observar que no només n'hi ha una sinó que n'hi ha fins a cinc. Per tant **els components més significatius del pensament sistèmic presenten patrons clarament definits, mentre que els components menys significatius del pensament sistèmic presenten una gran diversitat de tendències i no permeten establir patrons definits.** De manera que a l'hora de proposar estratègies didàctiques que afavoreixin una visió més complexa dels sistemes caldria tenir en compte també aquells components menys significatius per tal de proposar estratègies més específiques.

### **La caracterització de les dimensions segons la seva significativitat en l'alumnat**

Els resultats permeten afirmar que les cinc dimensions del pensament sistèmic són necessàries i complementàries per descriure el PS. Tot i això, per a l'alumnat hi ha dues dimensions clarament més significatives que la resta. Són les dimensions Obertura del sistema i Nivell escalar. En canvi, s'ha observat que les altres tres dimensions són menys significatives. En primer lloc es discuteixen les característiques de les dimensions més significatives i a continuació es discuteixen les característiques de les dimensions menys significatives.

Les dimensions que són més significatives per a l'alumnat presenten un patró de comportament clarament diferenciat de la resta tal i com es mostra en el quadre següent. S'ha indicat entre parèntesi si aquella característica es manifesta en ambdós grups o només en un.

- Totes les categories de la dimensió tenen presència en la unitat didàctica. (Grup II)
- Els valors del Gradient de presència de les categories contempen un ventall de valors reduït (Grup I)
- La categoria amb major Gp és de complexitat moderada i/o alta (Grup I i II)
- Totes les categories de la dimensió són presents en les quatre fases de la unitat didàctica (Grup II)
- Les categories de major complexitat són les més presents en les activitats de la unitat didàctica. (Grup II)
- Les categories presenten les freqüències més elevades en la fase d'aplicació dels continguts. (Grup I i II)
- A mesura que augmenta la complexitat en les categories aquestes tendeixen a concentrar-se en una única activitat. (Grup I i II)
- A mesura que augmenta la complexitat en les categories, augmenta el valor del gradient de presència (Grup II)

*Figura 117: Característiques de les dimensions més significatives per l'alumnat en la construcció del pensament sistèmic*

El fet que aquestes dues dimensions siguin les més significatives per l'alumnat permet caracteritzar amb detall un aspecte concret sobre el pensament sistèmic: la relació entre els components del sistema, el sistema i el seu entorn, i els nivells en els quals poden tenir lloc aquestes interaccions. La dimensió Obertura del Sistema fa més èmfasi en la relació entre l'entorn i el sistema i en la capacitat

que té l'un de modificar l'altre i viceversa. Mentre que la dimensió Nivell Escalar posa més atenció a les relacions escalars que es produeixen entre aquests tres elements abans mencionats: les relacions entre els components i el sistema, relacions entre el sistema i l'entorn, relacions entre el sistema i altres sistemes.

Pel que fa a les dimensions menys significatives per l'alumnat aquestes són la dimensió Patró d'Interacció, Flux d'Agents i Probabilitat. Aquestes dimensions presenten un patró de comportament clarament diferenciat de la resta tal i com es mostra en el quadre següent.

- Absència de la categoria de major complexitat, o absència de categories de complexitat alta.
- Els valors del Gradient de presència de les categories contemplen tot el ventall de valors possibles.
- La categoria amb major Gp és de complexitat baixa
- Només les categories de complexitat baixa de la dimensió assoleixen la presència en totes les fases de la unitat didàctica
- Les categories de baixa complexitat són més presents en les activitats i en les fases, és a dir, a mesura que augmenta la complexitat en les categories la seva presència en les fases i activitats disminueix.
- Les categories presenten les freqüències més elevades en la fase d'aplicació dels continguts tot i que s'observa una elevada diversitat, ja que les categories es reparteixen més entre les fases.
- Les categories presenten tendències a concentrar-se en una única activitat.
- A mesura que augmenta la complexitat en les categories, disminueix el seu Gradient de presència

*Figura 118: Característiques de les dimensions menys significatives per l'alumnat en la construcció del pensament sistèmic*

El fet que aquestes dues dimensions siguin les més significatives per l'alumnat permet caracteritzar amb detall un altre dels aspectes concrets del pensament sistèmic: al caràcter dels agents causals i de les interaccions que es produeixen, i la incorporació o no de la incertesa en aquestes interaccions.

La poca significativitat de les dimensions FA i PI es tradueix en una visió poc complexa del caràcter dels agents causals i les interaccions que produeixen. I per tant coincideix amb una tendència a preferir agents causals centralitzadors i patrons d'interacció linears. Per tant la complexitat de les interaccions es caracteritza per la linearitat, i tipus d'agents que hi intervenen es caracteritza per la centralitat.

Pel que fa a la poca significativitat de la dimensió P això es tradueix també en una concepció determinista del temps i dels escenaris de futur. Quan l'alumnat situa les seves actuacions en l'eix temporal majoritàriament ho fa des d'una perspectiva que no integra la incertesa sinó que se situa en un escenari on conegudes les característiques inicials es pot conèixer el resultat final.

L'alumnat té clar que el sistema està format per uns components i que aquest sistema és permeable a l'entorn, i que es produeixen interaccions a diferents nivells i entre aquests elements. A més existeixen interaccions entre el sistema i el seu entorn, entre els components del sistema, entre diversos sistemes, fins i tot els components de diversos sistemes poden interactuar modificant

l'entorn. Per tant identifica diversitat d'interaccions però la complexitat d'aquestes interaccions és baixa: la majoria d'aquestes interaccions es produeixen entre dos components, són interaccions unidireccionals i per tant segueixen un patró centralitzador. A més, les interaccions siguin de la tipologia que siguin, en la majoria de casos se situen en la certesa de conèixer quins seran els efectes.

## VI.3. Resultats amb relació a l'objectiu 2.2: Patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat amb relació a la unitat didàctica

En aquest tercer apartat es responen les preguntes derivades de l'objectiu 2.2, tal i com es mostra en la següent figura:

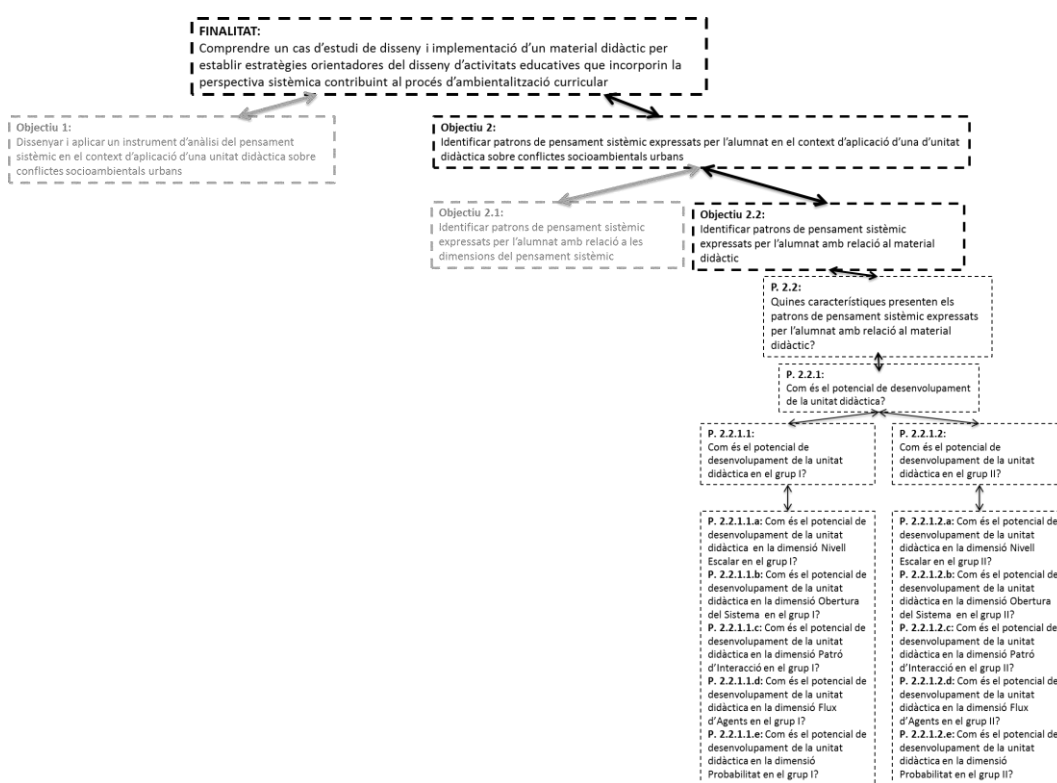


Figura 119: Preguntes de recerca derivades de l'objectiu 2.2.

Si bé l'objectiu d'aquest primer apartat es respondre la pregunta que l'encapçala per a fer-ho és necessari respondre abans les preguntes més concretes. De manera que els resultats es presenten en ordre invers al de la figura: en primer lloc es responen les preguntes més concretes i es finalitza amb la resposta a la pregunta més global. Primer es responen les responen amb relació al grup I i a continuació amb el grup II. Per tant, aquest segon apartat del capítol s'organitza de la següent manera:

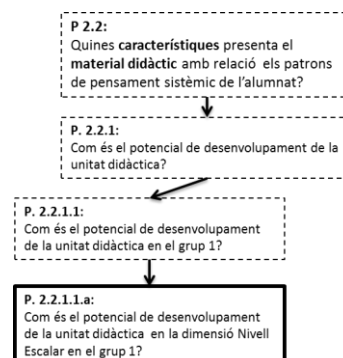
1. Resposta a les preguntes amb relació al potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup I per a cadascuna de les dimensions (P.2.2.1.1.a, P.2.2.1.1.b, P.2.2.1.1.c, P.2.2.1.1.d, P.2.2.1.1.e).
2. Resposta a la pregunta amb relació al potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup I (P.2.2.1.1)
3. Resposta a les preguntes amb relació al potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup II per a cadascuna de les dimensions (P.2.2.1.2.a, P.2.2.1.2.b, P.2.2.1.2.c, P.2.2.1.2.d, P.2.2.1.2.e).

4. Resposta a la pregunta amb relació al potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup II (P.2.2.1.2)
5. Resposta a la pregunta amb relació a les característiques del al potencial de desenvolupament de la unitat didàctica en general (P.2.2.1.)
6. Resposta a la pregunta amb relació a les característiques dels patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat amb relació al material didàctic (P.2.1.)

### VI.3.1. Pregunta 2.2.1.1: Com és el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica en el grup I?

En primer lloc es responen les preguntes concretes per al potencial de desenvolupament per cada dimensió i finalment es respon la pregunta per al conjunt de les dimensions del grup I.

#### VI.3.1.1. Pregunta. 2.2.1.1.a: Com és el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica en la dimensió **Nivell Escalar** en el grup I?



A continuació es presenten els resultats que permeten respondre la pregunta amb relació a les característiques de la unitat didàctica del grup I per a la dimensió Nivell Escalar.

En l'Annex 4 s'hi poden trobar les gràfiques que relacionen les activitats de la unitat didàctica amb la freqüència de les categories de la dimensió NE del grup I.

La següent figura mostra el diagrama que presenta de forma dinàmica el valor del potencial de desenvolupament de cada fase de la unitat didàctica, de manera que es pot observar l'evolució d'aquest valor de l'inici al final de la unitat didàctica.

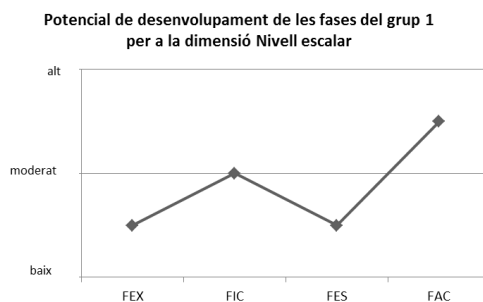


Figura 120: Diagrama dels Potencials de desenvolupament de les fases del grup I per a la dimensió NE

A continuació es presenta el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica per aquesta dimensió:

Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup I per a la dimensió Nivell Escalar	Moderat
---	---------

Taula 133: Valor del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup I per a la dimensió Nivell Escalar

Les activitats de la unitat didàctica del grup I per a la dimensió NE es caracteritzen per una presència baixa de categories, ja que només en una activitat s'arriba al 50% de presència de categories (11 categories), i no s'observa una tendència majoritària. Amb relació a les categories predominants no s'ha observat una tendència majoritària ja que en tres activitats la categoria predominant correspon a un grau de complexitat baix, en unes altres tres correspon a un grau de complexitat alt, i en la resta no hi ha una categoria predominant. Pel que fa a l'escala de complexitat de la dimensió NE, les categories expressades en les activitats se situen en l'interval baix a alt, amb una gran diversitat en funció de les activitats. Així, en algunes activitats l'interval és més reduït i va del baix al moderat, o del moderat a l'alt. Amb relació a l'evolució d'aquest interval al llarg de les activitats s'observa una tendència majoritària ja que en totes les fases aquest tendeix a augmentar amb les activitats, és a dir, en les activitats finals de cada fase l'interval s'amplia arribant a categories situades en una escala de complexitat superior.

Les fases de la unitat didàctica del grup I per a la dimensió NE es caracteritzen per una presència que es manté en la majoria de fases en valors moderats de 8 i 9 categories per acabar amb un valor de 15 categories presents en l'aplicació. Pel que fa a la categoria amb una major freqüència correspon a una de complexitat alta en la majoria de fases. La categoria amb una menor freqüència presenta una elevada variabilitat segons la fase, essent en general categories de complexitat moderada. En l'escala de complexitat de la dimensió les categories expressades en les fases se situen en l'interval que va del valor més baix possible fins a valors alts, sense arribar al valor més alt possible.

A partir de la lectura del diagrama dels potencials de desenvolupament de les fases s'observa variabilitat, essent les fases d'exploració i estructuració les que obtenen valors més baixos i la fase d'aplicació la que obté el valor més alt. Es desenvolupa a continuació:

El potencial desenvolupat per la FEX és degut principalment a la poca presència de categories tant en el conjunt de la fase com en les activitats especialment. La categoria de major freqüència d'aquesta fase és de grau moderat i les de menor freqüència són de complexitat moderada i baixa, tant en el conjunt com en les activitats. Pel que fa a les categories de major i menor complexitat, en aquesta fase és l'única on hi ha la categoria de major complexitat present de tota la dimensió, però

la categoria de menor complexitat és la de menor complexitat possible en el conjunt i en dues de les tres activitats.

Pel que fa al potencial de la FIC aquest és degut especialment a l'elevada presència de categories de complexitat alta, tot i que en el conjunt i en les activitats la quantitat de categories presents és més aviat baixa. Les categories de major freqüència en el total de la fase i en totes les activitats responen a complexitat alta, com també les de menor freqüència, això és degut com dèiem, a que la majoria de categories presents en les activitats de la fase d'introducció són de complexitat alta. D'altra banda, la categoria de menor complexitat present en el conjunt de la fase no és la de menor complexitat possible, i en dues de les activitats aquesta categoria és de complexitat moderada i alta.

Pel que fa a la FES, aquesta es caracteritza per una baixa presència de categories en les activitats i en el conjunt de la fase, les categories de major freqüència són en tots els casos de complexitat baixa i en la majoria d'ocasions corresponen a la categoria de menor complexitat present, tant en activitats com en el conjunt de la fase. La categoria de menor freqüència en tots els casos correspon a una categoria de complexitat moderada, i en les activitats i en la fase la de major complexitat és de complexitat alta però de dos nivells meso com a màxim, és a dir, de les més baixes en comparació amb les altres fases.

Finalment, el potencial atribuït a la FAC respon sobretot a la quantitat de categories presents, tant en el conjunt de la fase com en les seves activitats, ja que presenten els valors més elevats de tota la unitat didàctica exceptuant una activitat. Les categories de major freqüència en la majoria dels casos corresponen a categories de complexitat alta com també les de menor freqüència, això és degut a l'alta presència de categories de complexitat alta. Així, la categoria de major complexitat present és de quatre nivells meso en una activitat, de tres nivells meso en una altra i de complexitat moderada en l'altra. La categoria de menor complexitat en canvi, correspon a la de menor complexitat possible en una a activitat mentre que en les altres dues és una categoria de complexitat moderada.

Per tal d'obtenir el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica es té en compte que tot i que en el conjunt de la unitat didàctica hi ha presència de gran part de categories, aquestes hi són en proporcions diverses i que la tendència no es manté ni per a les fases ni per a les activitats. Més aviat, en les fases en conjunt la presència de categories és moderada i en les activitats és baixa. Pel que fa a les freqüències, la de major és la categoria meso-macro, que és de complexitat baixa però no la de menor complexitat possible. Les categories de menor freqüència són diverses, totes corresponents a nivells de complexitat alta, coincidint amb la de major complexitat present en la unitat didàctica. Per tant, es pot dir que s'estableix una relació inversa entre la complexitat de la categoria i la seva freqüència. Amb relació a l'escala de complexitat de la dimensió Nivell Escalar, la unitat didàctica se situa en l'interval del valor més baix possible (mi-me) fins a valors alts (mi2-me3-ma, mi2-me2-ma i mi-me4-ma). Finalment, amb relació al potencial de desenvolupament de les fases es pot observar que oscil·la des del moderat-baix fins al moderat-alt, augmentant a mesura que s'avança en les fases. **Per tot això es pot afirmar que el potencial de la unitat didàctica del grup I per a la dimensió Nivell Escalar és moderat.**

En l'Annex 4 s'hi pot trobar la gràfica que relaciona l'entrevista del grup I amb la freqüències de les categories de la dimensió NE.

A continuació es presenta el potencial de desenvolupament de l'entrevista per aquesta dimensió:

Potencial de desenvolupament de l'entrevista del grup I per a la dimensió Nivell Escalar	Moderat-alt
--	-------------

Taula 134: Valor del potencial de desenvolupament l'entrevista del grup I per a la dimensió Nivell Escalar

Pel que fa al potencial de desenvolupament de l'entrevista les categories de major freqüència són de complexitat alta, mentre que les de menor freqüència corresponen als tres nivells de complexitat. En l'escala de complexitat de la dimensió NE, les categories expressades en l'entrevista se situen en l'interval que va de valors baixos (me-ma) fins a valors alts (micro2-meso3-macro), sense arribar a cap dels dos extrems. **Per tot això, el potencial de desenvolupament de l'entrevista per a la dimensió NE en el grup I és moderat-alt.**

En la taula següent es presenta un resum de les tendències identificades per al a unitat didàctica a partir de la informació recollida en les gràfiques anteriors:

Resum tendències unitat didàctica grup I per a la dimensió NE	
Presència categories	Moderada
Categories potenciades	FEX: me-ma FIC: mi2-me-ma / mi2-me FES: me-ma FAC: mi-me2-ma
Relació Major freqüència / Complexitat	Directa: Categoria de major freqüència correspon a categories de complexitat alta en la majoria de fases
Relació Menor freqüència / Complexitat	No es pot establir relació ja que la categoria de menor freqüència correspon a categories de complexitat moderada en la majoria de fases
Interval de categories expressades en l'escala de complexitat de la dimensió	L'interval va del valor més baix possible fins a valors alts, però disminuint amb les fases

Taula 135: Resum tendències unitat didàctica grup I dimensió 1

En la taula següent es presenta un resum de les tendències identificades per l'entrevista a partir de la informació recollida en les gràfiques anteriors:

Resum tendències entrevista grup I per a la dimensió NE	
Presència categories	Moderada (60%)
Categories potenciades	mi-me2-ma mi2-me2-ma
Relació Major freqüència / Complexitat	Directa: Categoria de major freqüència correspon a categoria de complexitat alta
Relació Menor freqüència / Complexitat	Directa: Categoria de menor freqüència correspon a categoria de complexitat baixa
Interval de categories expressades en l'escala de complexitat de la dimensió	L'interval va d'un valor baix (me-ma), a un valor alt (mi2-me3-ma)

Taula 136: Resum tendències entrevista grup I dimensió 1

Finalment amb relació a **les tendències** identificades per a la unitat didàctica i l'entrevista:

- La unitat didàctica del grup I per a la dimensió NE ha permès la presència de la majoria de categories de la dimensió, i aquesta tendència s'ha mantingut en les fases. Les categories més potenciades en aquesta unitat han estat: me-ma, mi2-me, mi2-me-ma i mi-me2-ma. En l'entrevista hi ha presència de menys categories (13) i les categories més potenciades han estat també mi2-me-ma i mi-me2-ma.

- Pel que fa a la relació entre la freqüència de les categories i la seva complexitat, en el cas de la categoria de menor freqüència aquesta relació no es pot establir no es pot establir relació ja que la categoria de menor freqüència correspon a categories de complexitat moderada i per la categoria de



major freqüència és directa ja que en la majoria de fases la categoria de major freqüència correspon a categories de complexitat alta. Pel que fa a l'entrevista, la freqüència de les categories manté una relació directa amb la complexitat de la categoria.

- Pel que fa l'interval de categories expressades en l'escala de complexitat de la dimensió NE en la unitat didàctica aquest va dels valors més baixos possibles fins a valors alts, tot i que disminueix amb les fases l'amplitud de l'interval. En l'entrevista en canvi, l'interval és més reduït i va de valors baixos a valors alts.

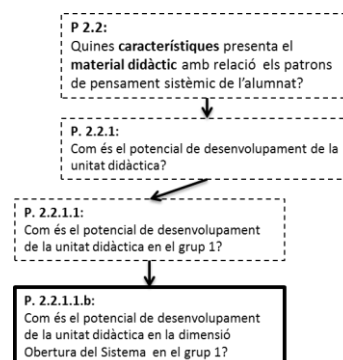
Els resultats del grup I per a la dimensió Nivell Escalar mostren que el potencial de desenvolupament de les fases de la unitat didàctica oscil·la des del moderat-baix (FES) fins al moderat-alt (FAC). El potencial de desenvolupament de la unitat didàctica és moderat mentre que per a l'entrevista és moderat-alt.

La quantitat de categories presents és moderada tant en la unitat didàctica com en l'entrevista. En l'escala de complexitat de la dimensió Nivell Escalar en la unitat didàctica, l'interval de valors de les categories va del valor més baix possible (mi-me) fins a valors alts (mi-me4-ma), en l'entrevista en canvi, l'interval és més reduït i va de valors baixos (me-ma) a valors alts (micro2-meso3-macro).

La relació entre la freqüència i la complexitat en les categories és directa per a la categoria de major freqüència i no es pot establir per a les categories amb menor freqüència. En el cas de l'entrevista la relació és directa en tots els casos.

Finalment, les categories més potenciades en la unitat didàctica són: me-ma, mi2-me, mi2-me-ma i mi-me2-ma, en l'entrevista les categories més potenciades han estat també mi2-me-ma i mi-me2-ma.

### VI.3.1.2. Pregunta 2.2.1.1.b: Com és el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica en la dimensió Obertura del Sistema en el grup I?



A continuació es presenten els resultats que permeten respondre la pregunta amb relació a les característiques de la unitat didàctica del grup I per a la dimensió Obertura del Sistema.

En l'Annex 4 s'hi poden trobar les gràfiques que relacionen les activitats de la unitat didàctica amb la freqüència de les categories de la dimensió OS del grup I.

La següent figura mostra el diagrama que presenta de forma dinàmica el valor del potencial de desenvolupament de cada fase de la unitat didàctica, de manera que es pot observar l'evolució d'aquest valor de l'inici al final de la unitat didàctica.

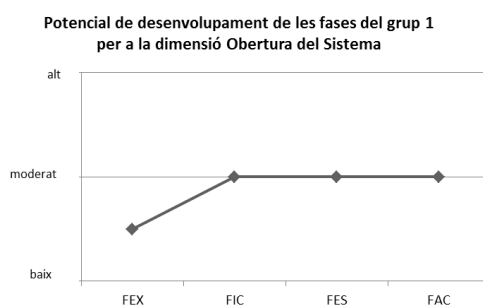


Figura 121: Diagrama dels potencials de desenvolupament de les fases del grup I per a la dimensió OS

A continuació es presenta el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica per aquesta dimensió:

Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup I per a la dimensió Obertura del Sistema	Moderat-alt
---	-------------

Taula 137: Valor del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup I per a la dimensió Obertura del Sistema

Les activitats de la unitat didàctica del grup I per a la dimensió OS es caracteritzen per una presència de categories moderada, ja que en la meitat de les activitats analitzades el nombre màxim de categories presents és de dues, pel que fa al a resta els valors van entre 3 i 4 categories i destaca que només en una activitat hi ha presència de les cinc categories. Amb relació a les categories predominants destaca la presència de la categoria ST en gairebé totes les activitats i la poca presència de SR, amb un predomini de les categories de complexitat moderada. En l'escala de complexitat de la dimensió OS, les categories expressades en les activitats se situen en l'interval del valor més baix possible (ST) al valor més alt possible (SR), tot i que en algunes activitats aquest interval es redueix i va de valors mitjans (SO, SE) fins a valors més alts possibles (SR). Amb relació a l'evolució d'aquest interval al llarg de les activitats s'observen dues tendències: en les activitats de la FEX i de la FES l'interval es manté, però en les activitats de la FIC i la FAC l'interval s'amplia arribant a valors més alts de complexitat.

Les fases de la unitat didàctica del grup I per a la dimensió OS es caracteritzen per una presència elevada de categories ja que en la majoria de fases hi ha quatre de les cinc categories. Pel que fa a la categoria amb una major freqüència correspon a grau de complexitat moderat en la majoria de fases. Igual que la categoria amb una menor freqüència. En l'escala de complexitat de la dimensió OS, les categories expressades en les fases se situen en l'interval que va del més baix possible (ST) fins al valor màxim (SR), exceptuant les fases FEX i FES on l'amplitud de l'interval només arriba fins a la categories ES

A partir de la lectura del diagrama dels potencials de desenvolupament de les fases s'observa que la FEX és la que obté el valor més baix mentre que la resta obtenen el mateix valor. Es desenvolupa a continuació:

El potencial assignat a la FEX respon especialment a la poca presència de categories en les activitats d'aquesta fase, encara que en el conjunt hi hagi presència de 4/5 categories. D'altra banda la freqüència de ST és de les més elevades.

La resta de fases tenen un potencial moderat per a desenvolupat la dimensió, tot i que tenen característiques diferents. En el cas de la FIC destaca perquè no hi ha presència de la categoria de menor complexitat dins de la dimensió i sí hi ha presència de SR, però això significa que la riquesa de categories presents és inferior i en les seves activitats la presència de categories és baixa. En el cas de la FES destaca l'elevada presència de categories tant en el conjunt com en ambdues activitats, tot i que aquest número és de quatre i per tant SR és absent. Finalment, el potencial atribuït a la FAC respon a la presència de les cinc categories de la dimensió i que SR no és la categoria amb menor freqüència.

Per tal d'obtenir el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica es té en compte que hi ha presència de les cinc categories de la dimensió, i que aquestes hi són presents en quasi totes les fases i en les activitats també hi ha força presència de categories. Pel que fa a la categoria de major freqüència correspon a Sistema Obert, una categoria de complexitat moderada, que predomina en dues fases. En el cas contrari, la categoria Sistema Obert 3 és la de menor freqüència. En aquest sentit però, es pot afirmar que la freqüència de les categories manté una relació inversa a la seva complexitat. En l'escala de complexitat de la dimensió OS, les categories expressades en la unitat didàctica se situen en l'interval que va del valor més baix possible (ST) fins al valor més alt possible (SR), tendència que es manté en dues de les quatre fases. Finalment, amb relació a el potencial de desenvolupament de les fases es parteix d'un potencial moderat-baix en la fase d'exploració i aquest augmenta fins a un potencial moderat en la resta de fases, amb un lleuger ascens en la fase d'aplicació. **Per tot això es pot afirmar que el potencial de la unitat didàctica del grup I per a desenvolupar la dimensió Obertura del Sistema és moderat-alt.**

En l'Annex 4 s'hi pot trobar la gràfica que relaciona l'entrevista del grup I amb la freqüències de les categories de la dimensió OS.

A continuació es presenta el potencial de desenvolupament de l'entrevista per aquesta dimensió:

Potencial de desenvolupament de l'entrevista del grup I per a la dimensió Obertura del Sistema	Moderat-alt/alt
--	-----------------

*Taula 138: Valor del potencial de desenvolupament l'entrevista del grup I per a la dimensió Obertura del Sistema*

La categoria amb una major freqüència en l'entrevista és de complexitat moderada i la categoria de menor freqüència és de complexitat alta.

La categoria de major complexitat present és la de major complexitat possible però amb la freqüència més baixa de totes les categories. En l'escala de complexitat de la dimensió OS, les categories expressades en l'entrevista van del valor més baix possible al valor més alt possible. **Per tot això, el potencial de desenvolupament de l'entrevista per a la dimensió OS del grup I és moderat-alt.**

En la taula següent es presenta un resum de les tendències identificades per al a unitat didàctica a partir de la informació recollida en les gràfiques anteriors:

Resum tendències unitat didàctica grup I per a la dimensió OS	
Presència categories	Elevada
Categories potenciades	FEX: ST/ES FIC: SE FES: SO FAC: SO
Relació Major freqüència / Complexitat	No es pot establir relació ja que la de major freqüència correspon a complexitat moderada
Relació Menor freqüència / Complexitat	Inversa: Categoria de menor freqüència correspon a complexitat moderada i elevada
Interval de categories expressades en l'escala de complexitat de la dimensió Major C present	L'interval va del valor més baix possible fins al valor més alt possible, en dues de les quatre fases

Taula 139: Resum tendències UD grup I, dimensió 1

En la taula següent es presenta un resum de les tendències identificades per l'entrevista a partir de la informació recollida en les gràfiques anteriors:

Resum tendències entrevista grup I per a la dimensió OS	
Presència categories	Alta (100%)
Categories potenciades	SE
Relació Major freqüència / Complexitat	Inversa: Categoria de major freqüència correspon a categoria de complexitat moderada
Relació Menor freqüència / Complexitat	Inversa: Categoria de menor freqüència correspon a categoria de complexitat alta
Interval de categories expressades en l'escala de complexitat de la dimensió	L'interval va del valor més baix possible fins al valor més alt possible

Taula 140: Resum tendències entrevista grup I, dimensió 1

Finalment amb relació a **les tendències** identificades:

La unitat didàctica del grup I per a la dimensió OS ha permès la **presència** de totes les categories de la dimensió, però la tendència de la majoria de fases és de presència de quatre. La categoria més potenciada per aquesta unitat didàctica és SO. L'entrevista també es caracteritza per la presència de totes les categories però distribuïdes de forma més heterogènia i la categoria més potenciada ha estat SE.

Pel que fa a la **relació entre la freqüència de les categories i la seva complexitat**, en el cas de la categoria de menor freqüència aquesta correspon a una categoria de complexitat moderada (SO, SE o ES segons la fase). Pel que fa a la categoria de major freqüència la relació és inversa ja que en la majoria de casos la categoria de major freqüència correspon a una categoria de complexitat moderada o alta. En l'entrevista la freqüència de les categories manté una relació inversa amb la complexitat d'aquestes.

Pel que fa l'interval de categories expressades en l'escala de complexitat de la dimensió en la unitat didàctica aquest va dels valors més baixos possibles fins al valor més alt possible en dues de les fases, mentre que en la resta l'interval arriba a valors moderats. En l'entrevista l'interval també va dels valors més baixos possibles fins al valor més alt possible.

Els resultats del grup I per a la dimensió Obertura del Sistema mostren que el potencial de desenvolupament de les fases de la unitat didàctica oscil·la des d'un potencial moderat-baix (FEX) i

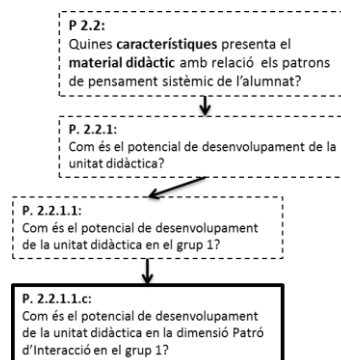
aquest augmenta fins a un potencial moderat en la resta de fases. El potencial de desenvolupament de la unitat didàctica és moderat-alt mentre que per a l'entrevista és entre el moderat-alt i l'alt.

La quantitat de categories presents és alta tant en la unitat didàctica com en l'entrevista ja que hi ha presència de totes les categories. En l'escala de complexitat de la dimensió Obertura del Sistema en la unitat didàctica, l'interval de valors de les categories va del valor més baix possible (ST) fins al valor més alt possible (SR), en dues de les quatre fases i en l'entrevista.

La relació entre la freqüència i la complexitat en les categories no es pot establir per a les categories amb major freqüència i és inversa per a les categories de menor freqüència. En el cas de l'entrevista la relació és inversa en tots els casos.

Finalment, la categoria més potenciada tant en la unitat didàctica com en l'entrevista és la categoria Sistema Obert.

### VI.3.1.3. Pregunta 2.2.1.1.c: Com és el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica en la dimensió Patró d'Interacció en el grup I?



A continuació es presenten els resultats que permeten respondre la pregunta amb relació a les característiques de la unitat didàctica del grup I per a la dimensió Patró d'Interacció.

En l'Annex 4 s'hi poden trobar les gràfiques que relacionen les activitats de la unitat didàctica amb les freqüències de les categories de la dimensió PI del grup I.

La següent figura mostra el diagrama que presenta de forma dinàmica el valor del potencial de desenvolupament de cada fase de la unitat didàctica, de manera que es pot observar l'evolució d'aquest valor de l'inici al final de la unitat didàctica.

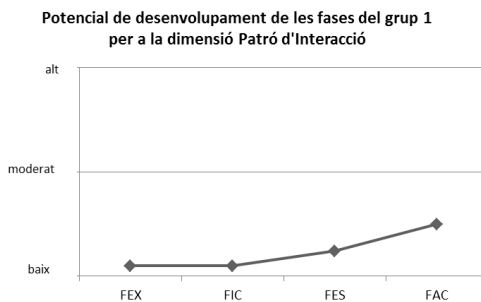


Figura 122: Diagrama dels potencials de desenvolupament de les fases del grup I per a la dimensió PI

A continuació es presenta el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica per aquesta dimensió:

Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup I per a la dimensió Patró d'interacció	Moderat-baix
---	--------------

Taula 141: Valor del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup I per a la dimensió Patró d'interacció

Les activitats de la unitat didàctica del grup I per a la dimensió PI es caracteritzen per una presència de categories baixa-moderada, ja que només en dues activitats supera el 50% de presència de categories (són 8 categories), i s'observa una tendència majoritària de presència d'entre 3 i 4 categories en una activitat. Amb relació a les categories predominants en totes les activitats correspon a un grau de complexitat baix, i concretament són categories que responen a patrons d'interacció linear simple o linear múltiple. En l'escala de complexitat de la dimensió PI, les categories expressades en les activitats se situa en l'interval que va del valor més baix possible (NI) o un valor baix (ILS) fins a un valor baix (ILM) o moderat (ID), en general, exceptuant una de les activitats on s'arriba al valor més alt possible (IREC). Amb relació a l'evolució d'aquest interval al llarg de les activitats s'observa una tendència majoritària ja que l'interval tendeix a ampliar-se amb les activitats, tot i que és una variabilitat poc acusada ja que, en general els valors de l'interval es mouen entre el baix i el moderat.

Les fases de la unitat didàctica del grup I per a la dimensió PI es caracteritzen per una presència moderada de categories, passant progressivament de sis a onze. Pel que fa a la categoria amb una major freqüència es manté en quasi totes les fases i correspon a categories de graus de complexitat baix. Les categories de menor freqüència són diverses però en la majoria de fases corresponen també a graus de complexitat baix. En l'escala de complexitat de la dimensió PI, les categories expressades en les fases de la unitat didàctica se situen en l'interval que va del valor més baix possible (NI) en la FEX i la FES, o un valor baix (ILS) en la FIC i la FAC, fins a valors baixos (ILMC) en la FEX, moderats (ID) en la FIC i la FES i el valor màxim (IREC) en la FAX.

A partir de la lectura del diagrama dels potencials de desenvolupament de les fases es pot observar que les fases es mouen en potencials de desenvolupament al voltant dels baixos. Es desenvolupa a continuació:

La fase que mostra un major potencial per a desenvolupar la dimensió PI és la fase d'aplicació, mentre que en l'altre extrem hi trobem la fase d'exploració. Les fases d'introducció i estructuració mostren potencials entremitjos.

El baix potencial desenvolupat per la FEX és degut principalment a la poca presència de categories (6 en total) tant en el conjunt com en les activitats en concret, essent el nombre màxim de categories presents en una activitat de 4. A més, aquestes categories es mouen totes en l'espai de complexitat baix, essent la de major complexitat present en el conjunt ILMC. Pel que fa categories predominants, aquesta és la categoria ILS, que tot i no ser la de menor complexitat possible és una de les més baixes.

Les fases FIC i FES tenen el mateix valor però amb característiques diferents:

El potencial associat a la FIC, tot i que per presència de categories hauria de ser menor, ja que el nombre total és de 7 i el màxim en una activitat de 4, s'ha valorat que la categoria de major complexitat present correspon a IDM, un grau de complexitat moderat. A més, aquesta tendència es produeix en dues activitats. D'altra banda, la categoria amb major freqüència correspon a un patró d'interacció linear múltiple i no simple, i la categoria de menor complexitat present és ILS.

Pel que fa a la FES, en aquest cas la presència de categories és de 10 en el conjunt i com a màxim de 9 en una de les activitats però de 5 en l'altra. En aquest cas també es produeix que la categoria de major complexitat present correspon a IDM, un grau de complexitat moderat, tendència que es repeteix en les dues activitats, i la de menor complexitat present a NI, la de menor complexitat possible. Pel que fa a la categoria de major freqüència correspon a ILS i la categoria de menor freqüència també correspon a graus de complexitat baix. Per això, tot i els valors més alts en presència de categories el grau de desenvolupament és baix.

Finalment la FAC és la fase que presenta un major potencial de desenvolupament respecte les altres. Degut principalment a la major presència de categories (11 en total) tot i que en les seves activitats la presència oscil·la entre les 2 i les 11 categories. D'altra banda s'ha valorat la presència de la categoria de major complexitat possible tot i que de forma quasi testimonial. A més la categoria de menor complexitat present en el conjunt és ILS, que no és la de menor complexitat possible però sí que és la que té una major freqüència. I en una de les activitats la de menor complexitat present correspon a ILM, que tot i ser de complexitat baixa és més alta que les d'interacció linear simple.

Per tal d'obtenir el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica es té en compte que tot i que en el conjunt de la unitat didàctica hi ha presència de la majoria de categories, aquestes hi són en proporcions diverses. Hi ha categories que només són presents en una activitat, concretament la de complexitat més elevada (IREC) i algunes de complexitat moderada i baixa. A més, recordar que en les activitats majoritàriament hi ha presència de tres categories i en les fases de sis. Pel que fa a les freqüències la de major és la categoria ILS, que és de complexitat baixa però no la de menor complexitat possible, i la categoria de menor freqüència és IREC. Establint doncs, una relació inversa entre al complexitat de la categoria i la seva freqüència. En l'escala de complexitat de la dimensió Patró d'Interacció la unitat didàctica se situa en l'interval que va del valor més baix possible (NI) fins al valor més alt possible (IREC), tot i que la freqüència de la categoria IREC és testimonial. Amb relació a el potencial de desenvolupament de les fases les tres primeres fases mostren potencial baix i la FAC augmenta lleugerament fins a un potencial moderat-baix. **Per tot això el potencial de la unitat didàctica del grup I per a la dimensió Patró d'interacció és moderat-baix.**

En l'Annex 4 s'hi pot trobar la gràfica que relaciona l'entrevista del grup I amb la freqüències de les categories de la dimensió PI.

A continuació es presenta el potencial de desenvolupament de l'entrevista per aquesta dimensió:

Potencial de desenvolupament de l'entrevista del grup I per a la dimensió Patró d'interacció	Baix/Moderat-baix
--	-------------------

Taula 142: Valor del potencial de desenvolupament de l'entrevista del grup I per a la dimensió Patró d'interacció

Pel que fa al el potencial de desenvolupament de l'entrevista la categoria amb una major freqüència correspon a un grau de complexitat moderat, mentre que les categories de menor freqüència corresponen majoritàriament a categories de complexitat baixa, tenint en compte la gran quantitat de categories de complexitat baixa i l'absència de les categories de major complexitat. En l'escala de complexitat de la dimensió PI, les categories expressades en l'entrevista van d'un valor baix (ILSN), a un valor moderat (IDM). **Per tot això, el potencial de desenvolupament de l'entrevista per a la dimensió PI del grup I és entre moderat-baix i baix.**

En la taula següent es presenta un resum de les tendències identificades per al a unitat didàctica a partir de la informació recollida en les gràfiques anteriors:

Resum tendències unitat didàctica grup I per a la dimensió PI	
Presència categories	Moderada
Categories potenciades	FEX: ILS FIC: ILM D FES: ILS FAC: ILS
Relació Major freqüència / Complexitat	Inversa: Categoria de major freqüència correspon a categories de complexitat baixa
Relació Menor freqüència / Complexitat	Directa: Categoria de menor freqüència correspon a categories de complexitat baixa (elevada presència de categories de complexitat baixa)
Interval de categories expressades en l'escala de complexitat de la dimensió	L'interval va del valor més baix possible (NI) fins al valor més alt possible (IREC), però amb predomini de valors moderats (ID) en la part alta de l'escala

Taula 143: Resum tendències UD grup I, dimensió 3

En la taula següent es presenta un resum de les tendències identificades per l'entrevista a partir de la informació recollida en les gràfiques anteriors:

Resum tendències entrevista grup I per a la dimensió PI	
Presència categories	Moderada (63%)
Categories potenciades	ILMD
Relació Major freqüència / Complexitat	No es pot establir ja que les categories de major freqüència corresponen a complexitat moderada
Relació Menor freqüència / Complexitat	Directa: Categoria de menor freqüència correspon a categories de complexitat baixa
Interval de categories expressades en l'escala de complexitat de la dimensió	L'interval va d'un valor baix (ILSN), a un valor moderat (IDM)

Taula 144: Resum tendències entrevista grup I, dimensió 3

Finalment amb relació a **les tendències** identificades:

- La unitat didàctica del grup I per a la dimensió PI ha permès la **presència** de de la majoria de categories de la dimensió, i aquesta tendència s'ha mantingut en les fases. Les categories més potenciades en aquesta unitat han estat (p.o. de complexitat): ILS i ILM D. L'entrevista en canvi presenta deu de les setze categories de la dimensió, distribuïdes de forma més aviat heterogènia i la categoria més potenciada també coincideix essent ILM D.
- Pel que fa a la **relació entre la freqüència de les categories i la seva complexitat**, en el cas de la categoria de menor freqüència aquesta relació és directa, és a dir, la categoria de menor freqüència correspon a categories de complexitat baixa, això és degut sobretot a l'elevada presència de categories de complexitat baixa. Pel que fa a la categoria de major freqüència és inversa també perquè la categoria de major freqüència correspon a categories



de complexitat baixa. En el cas de l'entrevista les categories de més complexitat tenen les freqüències més baixes. Per tant aquest cas la freqüència de les categories manté una relació inversa amb la complexitat d'aquestes.

- Pel que fa l'interval de categories expressades en l'escala de complexitat de la dimensió PI en la unitat didàctica aquest va del valor més baix possible (NI) fins al valor més alt possible (IREC), tot i que la tendència generalitzada és del valor més baix possible (NI) fins a valors moderats (ID). En l'entrevista l'interval segueix la tendència generalitzada de la unitat didàctica i va d'un valor baix (ILSN), a un valor moderat (IDM)

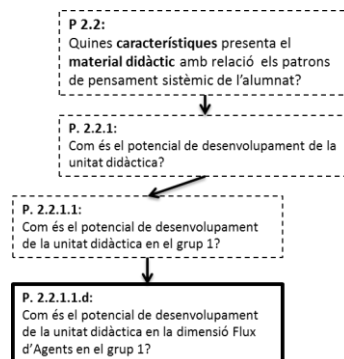
Els resultats del grup I per a la dimensió Patró d'Interacció mostren que el potencial de desenvolupament de les fases de la unitat didàctica oscil·la des del baix en les tres primeres fases i augmenta lleugerament fins a un potencial moderat-baix en la fase d'aplicació. El potencial de desenvolupament de la unitat didàctica és moderat-baix mentre que per a l'entrevista es troba entre el baix i moderat-baix.

La quantitat de categories presents és moderada tant en la unitat didàctica com en l'entrevista. En l'escala de complexitat de la dimensió Patró d'Interacció en la unitat didàctica, l'interval va del valor més baix possible (NI) fins al valor més alt possible (IREC), però amb predomini de valors moderats (ID) en la part alta de l'escala. En l'entrevista l'interval va d'un valor baix (ILSN), a un valor moderat (IDM).

La relació entre la freqüència i la complexitat en les categories és inversa per a la categoria de major freqüència i directa per a les categories amb menor freqüència. En el cas de l'entrevista la relació no es pot establir per a les categories de major freqüència i és directa per a les categories amb menor freqüència.

Finalment, les categories més potenciades en la unitat didàctica són: ILS i ILMD i en el cas de l'entrevista la categoria ILMD.

### VI.3.1.4. **Pregunta 2.2.1.1.d:** Com és el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica en la dimensió Flux d'Agents en el grup I?



A continuació es presenten els resultats que permeten respondre la pregunta amb relació a les característiques de la unitat didàctica del grup I per a la dimensió Flux d'Agents.

En l'Annex 4 s'hi poden trobar les gràfiques que relacionen les activitats de la unitat didàctica amb la freqüències de les categories de la dimensió FA del grup I.

La següent figura mostra el diagrama que presenta de forma dinàmica el valor del potencial de desenvolupament de cada fase de la unitat didàctica, de manera que es pot observar l'evolució d'aquest valor de l'inici al final de la unitat didàctica

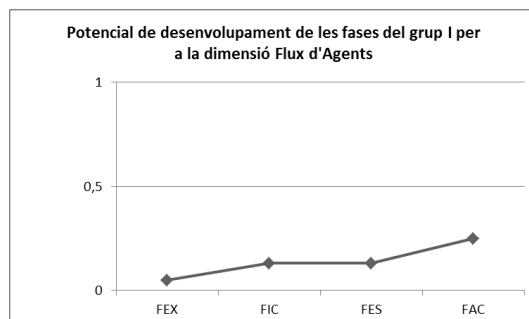


Figura 123: Diagrama dels potencials de desenvolupament de les fases del grup I per a la dimensió FA

A continuació es presenta el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica per aquesta dimensió:

Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup I per a la dimensió Flux d'Agents	Moderat-baix
--	--------------

Taula 145: Valor del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup I per a la dimensió Flux d'Agents

**Les activitats de la unitat didàctica del grup I per a la dimensió FA** es caracteritzen per una presència moderada de categories, essent la tendència majoritària la presència d'entre 2 i 3 categories, augmentant aquesta presència amb les activitats. Destaca que només hi ha una activitat amb presència de quatre categories i no n'hi ha cap amb presència de les cinc categories de la dimensió. Amb relació a les categories predominants s'observa una tendència majoritària ja que la categoria predominant en totes les activitats correspon a un grau de complexitat baix. En l'escala de complexitat de la dimensió FA, les categories expressades en les activitats se situen majoritàriament en l'interval que va del valor més baix (AD) o un en el seu defecte valor baix (ACE), fins a valors moderats (AX). Només en una activitat l'interval arriba fins al valor màxim (AE). Amb relació a l'evolució d'aquest interval al llarg de les activitats s'observa que aquest tendeix a ampliar-se amb les activitats, tot i que no us augment molt acusat passant d'un valor baix a un valor moderat.

**Les fases de la unitat didàctica del grup I per a la dimensió FA** es caracteritzen per una presència de categories que augmenta a mesura que avancem en la unitat didàctica tot i que la tendència majoritària és de presència de tres categories i el nombre màxim de categories en una fase és de quatre. Pel que fa a la categoria de major freqüència es manté i correspon a un grau de complexitat baix. La categoria de menor freqüència canvia, però predomina que sigui una categoria de grau de complexitat moderat. En l'escala de complexitat de la dimensió les categories expressades en les fases se situen en valor més baix possible (AD) en la FEX i la FES i un valor baix (ACE) en la FIC i la FAC; fins a un valor baix (ACE), moderat (AX) o el valor màxim (AE) segons la fase seguint una progressió d'augment a mesura que s'avança en les fases. Pel que fa al potencial de les fases es

parteix d'un potencial baix de la fase d'exploració, per passar a un potencial moderat-baix en la resta de fases.

A partir de la lectura del **diagrama dels potencials de desenvolupament de les fases** es pot observar que les fases es mouen en potencials de desenvolupament al voltant del valor baix, essent la fase d'exploració és la que presenta el potencial més baix i la resta lleugerament superior. Es desenvolupa a continuació:

El baix potencial de la FEX és degut principalment a la poca presència de categories, dues, i són les dues categories de menor complexitat dins del contínuum. Això fa que les seves activitats també tinguin aquests valors, presentant a més, dues activitats on només hi ha presència d'una categoria.

Les fases FIC i FAC presenten potencials similars tot i que tenen característiques diferents: coincideix que en les dues fases hi ha presència de tres categories, essent les categories dels extrems les absents, per tant, no hi ha presència de la categoria de menor complexitat possible però tampoc de la de major complexitat possible. En el cas de la FIC hem valorat el fet que la categoria de menor complexitat present en aquesta fase no és la de menor complexitat possible. En el cas de la FAC hem valorat, a més del que hem dit anteriorment que la categoria de menor freqüència en el conjunt de la fase no és la de major complexitat present.

Finalment, el valor associat a la FES és degut principalment per la presència de quatre categories en el total de la fase, tot i que només n'hi ha quatre en una activitat. La resta de paràmetres tenen valors similars a la resta de fases.

Per tal d'obtenir **el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica** es té en compte que tot i que hi ha presència de quatre de les cinc categories de la dimensió, la proporció amb la que son presents varia d'una categoria a una altra, així en totes les activitats excepte una, hi ha la presència de la categoria Agents Centrals però la resta de categories són presents en cinc o sis activitats ja que com hem dit el nombre mitjà de categories per activitat és de dues o tres. Pel que fa a la categoria de major freqüència és per tant Agents Centrals, que tot i ser de complexitat baixa no és la de menor complexitat possible. En canvi, la de menor freqüència és la categoria Agents Xarxa, la de major complexitat present en aquesta unitat didàctica, per això es pot afirmar que la freqüència de les categories manté una relació inversa a la seva complexitat. En l'escala de complexitat de la dimensió Flux d'Agents, la unitat didàctica se situa en l'interval que va del valor més baix possible (AD) fins al valor més alt possible (AE) tot i que la tendència majoritària és un interval que va d'un valor baix (ACE) a un valor moderat (AX). Finalment, amb relació al potencial de desenvolupament de les fases aquest augmenta des del potencial baix de la FEX fins a un potencial entre el baix i el moderat-baix per a la resta de fases. **Per tot això el potencial de la unitat didàctica del grup I per a desenvolupar la dimensió Flux d'Agents és Moderat-Baix.**

En l'Annex 4 s'hi pot trobar la gràfica que relaciona l'entrevista del grup I amb la freqüències de les categories de la dimensió FA.

A continuació es presenta el potencial de desenvolupament de l'entrevista per aquesta dimensió:

Potencial de desenvolupament de l'entrevista del grup I per a la dimensió Flux d'Agents	Baix/Moderat-baix
---	-------------------

*Taula 146: Valor del potencial de desenvolupament de l'entrevista del grup I per a la dimensió Flux d'Agents*

Pel que al potencial de desenvolupament l'entrevista hi ha presència la categoria amb una major freqüència correspon a un grau de complexitat baix, mentre que la categoria de menor freqüència correspon a un grau de complexitat moderat. En l'escala de complexitat de la dimensió FA, les categories expressades en l'entrevista se situen en l'interval que va d'un valor baix (ACE) a un valor moderat (AX), coincidint amb la tendència majoritària apuntada en la unitat didàctica. **Per tot això, el potencial de desenvolupament de l'entrevista per a la dimensió FA del grup I és entre moderat-baix i baix.**

En la taula següent es presenta un resum de les tendències identificades per al a unitat didàctica a partir de la informació recollida en les gràfiques anteriors:

Resum tendències unitat didàctica grup I per a la dimensió FA	
Presència categories	Alta (5/5)
Categories potenciades	FEX: ACE FIC: ACE FES: ACE FAC: ACE
Relació Major freqüència / Complexitat	Inversa: Categoria de major freqüència correspon a categories de complexitat baixa
Relació Menor freqüència / Complexitat	No es pot establir ja que la categoria de menor freqüència correspon a categories de complexitat moderada
Interval de categories expressades en l'escala de complexitat de la dimensió	L'interval va del valor més baix possible (AD) fins al valor més alt possible (AE) tot i que la tendència majoritària és un interval que va d'un valor baix (ACE) a un valor moderat (AX).

Taula 147: Resum tendències UD grup I, dimensió 4

En la taula següent es presenta un resum de les tendències identificades per l'entrevista a partir de la informació recollida en les gràfiques anteriors:

Resum tendències entrevista grup I per a la dimensió FA	
Presència categories	Moderada (60%)
Categories potenciades	ACE
Relació Major freqüència / Complexitat	Inversa: Categoria de major freqüència correspon a categories de complexitat baixa
Relació Menor freqüència / Complexitat	Inversa: Categoria de menor freqüència correspon a categories de complexitat moderada
Interval de categories expressades en l'escala de complexitat de la dimensió	L'interval va d'un valor baix (ACE) a un valor moderat (AX).

Taula 148: Resum tendències entrevista grup I, dimensió 4

Finalment amb relació a **les tendències** identificades:

- La unitat didàctica del grup I per a la dimensió FA ha permès la **presència** de totes les categories de la dimensió, però aquesta tendència disminueix en les fases ja que la tendència majoritària és de presència de tres categories. La categoria més potenciada en aquesta unitat ha estat ACE. L'entrevista en aquest cas té presència de tres categories que distribueixen de forma heterogènia amb predomini d'una de les categories (75%) de freqüència i la categoria més potenciada coincideix amb la de la unitat didàctica.
- Pel que fa a la **relació entre la freqüència de les categories i la seva complexitat**, en el cas de la categoria de menor freqüència aquesta correspon a categories de complexitat moderada. Pel que fa a la categoria de major freqüència la relació és inversa perquè la categoria de major freqüència correspon a categories de complexitat baixa. En l'entrevista la freqüència de les categories manté una relació inversa amb la complexitat d'aquestes.

- Pel que fa l'interval de categories expressades en l'escala de complexitat de la dimensió FA en la unitat didàctica aquest va del valor més baix possible (AD) fins al valor més alt possible (AE), tot i que la tendència generalitzada és del valor més baix possible (AD) fins a valors moderats (AX). En l'entrevista l'interval segueix la tendència generalitzada de la unitat didàctica i va d'un valor baix (ACE), a un valor moderat (AX)

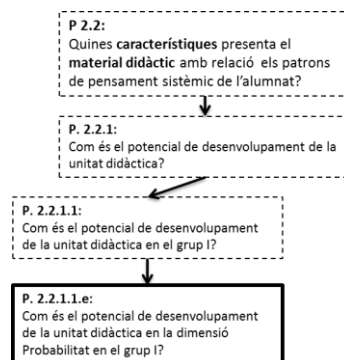
Els resultats del grup I per a la dimensió Flux d'Agents mostren que el potencial de desenvolupament de les fases de la unitat didàctica oscil·la des del baix ( FEX) fins a un potencial entre el baix i el moderat-baix per a la resta de fases. El potencial de desenvolupament de la unitat didàctica és moderat-baix mentre que per a l'entrevista es troba entre el baix i el moderat-baix.

La quantitat de categories presents és alta en la unitat didàctica i moderada en l'entrevista. En l'escala de complexitat de la dimensió Flux d'Agents en la unitat didàctica, l'interval de valors de les categories va del valor més baix possible (AD) fins al valor més alt possible (AE), tot i que la tendència majoritària és un interval que va d'un valor baix (ACE) a un valor moderat (AX). En l'entrevista l'interval segueix la tendència majoritària de la unitat didàctica.

La relació entre la freqüència i la complexitat en les categories és inversa per a la categoria de major freqüència i no es pot establir per a les categories amb menor freqüència. En el cas de l'entrevista la relació és inversa en tots els casos.

Finalment, la categoria més potenciada tant en la unitat didàctica com en l'entrevista és Agents Centrals.

### VI.3.1.5. Pregunta 2.2.1.1.e: Com és el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica en la dimensió Probabilitat en el grup I?



A continuació es presenten els resultats que permeten respondre la pregunta amb relació a les característiques de la unitat didàctica del grup I per a la dimensió Probabilitat.

En l'Annex 4 s'hi poden trobar les gràfiques que relacionen les activitats de la unitat didàctica amb les freqüències de les categories de la dimensió P del grup I.

La següent figura mostra el diagrama que presenta de forma dinàmica el valor del potencial de desenvolupament de cada fase de la unitat didàctica, de manera que es pot observar l'evolució d'aquest valor de l'inici al final de la unitat didàctica.

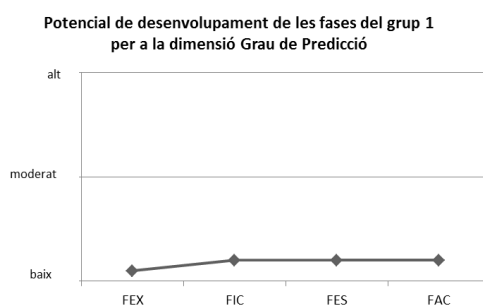


Figura 124: Diagrama dels potencials de desenvolupament de les fases del grup I per a la dimensió P

A continuació es presenta el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica per aquesta dimensió:

Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup I per a la dimensió Probabilitat	Baix
---	------

Taula 149: Valor del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup I per a la dimensió Probabilitat

**Les activitats de la unitat didàctica del grup I per a la dimensió P** es caracteritzen per una presència de categories baixa i majoritàriament augmenta amb les activitats de cada fase, essent el màxim de categories presents en una activitat de dues. Tot i això la tendència majoritària presentada per les activitats és la de presència d'una única categoria. En cap activitat d'aquesta unitat didàctica hi ha presència de les tres categories de la dimensió. Amb relació a les categories predominants s'observa una tendència majoritària ja que en totes les activitats excepte una, la categoria predominant és PD. En l'escala de complexitat de la dimensió P, les categories expressades en les activitats se situen en l'interval del valor més baix possible (PD) fins al valor moderat (PMA) tot i que en la majoria de categories hi ha només una única categoria i per tant l'interval només comprèn el valor més baix possible. Amb relació a l'evolució d'aquest interval al llarg de les activitats s'observa una tendència majoritària ja que en totes les fases excepte la d'exploració, l'interval augmenta amb les activitats de cada fase, tot i que no és una variabilitat molt acusada.

**Les fases de la unitat didàctica** del grup I per a la dimensió P es caracteritzen per una presència moderada de categories, dues categories, el màxim de categories presents en les fases. Tant la categoria amb major freqüència com la categoria amb una menor freqüència es mantenen en totes les fases tractant-se de categories de grau de complexitat baix i moderat, respectivament. En l'escala de complexitat de la dimensió P, les categories expressades en les fases de la unitat didàctica se situen en l'interval del valor més baix possible (PD) fins al valor moderat (PMA), exceptuant la fase d'exploració on l'interval només comprèn el valor més baix possible.

A partir de la lectura del diagrama dels potencials de desenvolupament de les fases els resultats mostren dues tendències: la fase d'exploració és la que presenta el potencial més baix i les altres tres presenten potencials lleugerament més elevats. Es desenvolupa a continuació:

El baix potencial de la FEX és degut principalment al fet que en la fase en conjunt i en totes les activitats en concret només hi ha presència de la categoria PD.

El potencial desenvolupat per la resta de fases és degut a la presència en conjunt de dues categories (PD i PMA), tot i que la categoria PMA sempre ho és en proporcions molt més baixes que la categoria PD. Tant en la FIC com en la FES s'observa que només en una de es seves activitats hi ha presència de les dues categories, mentre que en la FAC hi ha dues activitats on es produeix la presència de PD i PMA. D'altra banda, en la FIC s'observa la major freqüència, en conjunt, de la categoria PMA. Tot i aquestes diferències de matisos hem donat el mateix grau de desenvolupament a les tres fases, que també és baix però lleugerament superior a la FEX, sense arribar a ser moderat-baix.

Per tal d'obtenir el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica es té en compte que tot i que en el conjunt de la unitat didàctica hi ha presència de dues categories de la dimensió, en les activitats aquesta tendència es redueix força, ja que només hi ha presència de dues categories en quatre activitats. Destacant que en la fase d'exploració només hi ha presència de la categoria PD. Pel que fa a les freqüències la de major és la categoria PD, la de menor complexitat i la de menor freqüència és PMA, la de major complexitat present en la unitat didàctica. Per tant, la freqüència i la complexitat en les categories en aquesta unitat didàctica mantenen una relació inversa. En l'escala de complexitat de la dimensió Probabilitat, la unitat didàctica se situa en l'interval del valor més baix possible (PD) al valor moderat (PMA). Finalment, amb relació a el potencial de desenvolupament de les fases totes mostren potencials baixos. **Per tot això es pot afirmar que el potencial de la unitat didàctica del grup I per a la dimensió Probabilitat és baix.**

En l'Annex 4 s'hi pot trobar la gràfica que relaciona l'entrevista del grup I amb la freqüències de les categories de la dimensió P.

A continuació es presenta el potencial de desenvolupament de l'entrevista per aquesta dimensió:

Potencial de desenvolupament de l'entrevista del grup I per a la dimensió Probabilitat	Baix/Moderat-baix
--	-------------------

*Taula 150: Valor del potencial de desenvolupament de l'entrevista del grup I per a la dimensió Probabilitat*

Pel que fa al potencial de desenvolupament l'entrevista la categoria amb una major freqüència correspon a la categoria de menor complexitat possible, mentre que la categoria de menor freqüència correspon a un grau de complexitat moderat. En l'escala de complexitat de la dimensió Probabilitat, en l'entrevista se situen en l'interval del valor més baix possible (PD) al valor moderat (PMA). **Per tot això, el potencial de desenvolupament de l'entrevista per a la dimensió P del grup I és entre moderat-baix i baix.**

En la taula següent es presenta un resum de les tendències identificades per al a unitat didàctica a partir de la informació recollida en les gràfiques anteriors:

Resum tendències unitat didàctica grup I per a la dimensió P	
Presència categories	Moderada
Categories potenciades	FEX: PD FIC: PD FES: PD FAC: PD
Relació Major freqüència / Complexitat	Inversa: Categoria de major freqüència correspon a la categoria de menor complexitat
Relació Menor freqüència / Complexitat	No es pot establir ja que la categoria de menor freqüència és de complexitat moderada.
Interval de categories expressades en l'escala de complexitat de la dimensió	L'interval va del valor més baix possible fins a valor moderat

Taula 151: Resum tendències UD grup I, dimensió 5

En la taula següent es presenta un resum de les tendències identificades per l'entrevista a partir de la informació recollida en les gràfiques anteriors:

Resum tendències entrevista grup I per a la dimensió P	
Presència categories	Moderada
Categories potenciades	PD
Relació Major freqüència / Complexitat	Inversa: Categoria de major freqüència correspon a la categoria de menor complexitat
Relació Menor freqüència / Complexitat	No es pot establir ja que la categoria de menor freqüència és de complexitat moderada.
Interval de categories expressades en l'escala de complexitat de la dimensió	L'interval va del valor més baix possible fins a valor moderat

Taula 152: Resum tendències entrevista grup I, dimensió 5

Finalment amb relació a **les tendències** identificades:

- La unitat didàctica del grup I per a la dimensió P ha permès la **presència** de dues categories de la dimensió, tendència que es manté en les fases. L'entrevista també es caracteritza per la presència de dues categories amb un clar predomini d'una (89%) per sobre de l'altra i la categoria més potenciada coincideix en els dos casos essent PD.

- La categoria més potenciada en aquesta unitat ha estat PD. Pel que fa a **la relació entre la freqüència de les categories i la seva complexitat**, en el cas de la categoria de menor freqüència aquesta relació és inversa ja que la categoria de menor freqüència coincideix amb la de major complexitat de la unitat didàctica, que és PMA. Pel que fa a la categoria de major freqüència és inversa també perquè la categoria de major freqüència correspon a la categoria de menor complexitat. Per a l'entrevista la freqüència de les categories manté una relació directa amb la complexitat d'aquestes.

- Pel que fa l'interval de categories expressades en l'escala de complexitat de la dimensió en la unitat didàctica aquest va del valor més baix possible fins a valors moderats. En l'entrevista l'interval segueix la tendència generalitzada de la unitat didàctica.

Els resultats del grup I per a la dimensió Probabilitat mostren que el potencial de desenvolupament de les fases de la unitat didàctica té valors baixos per a totes les fases. El potencial de desenvolupament de la unitat didàctica és baix mentre que per a l'entrevista se situa en un valor entre el baix i el moderat-baix.

La quantitat de categories presents és moderada tant en la unitat didàctica com en l'entrevista. En l'escala de complexitat de la dimensió Probabilitat en la unitat didàctica i en l'entrevista, l'interval de valors de les categories va del valor més baix possible (PD) fins a valors moderats (PMA).

La relació entre la freqüència i la complexitat en les categories la relació és inversa per a la categoria de major freqüència i no es pot establir per a la categoria amb menor freqüència. Aquesta tendència és la mateixa per a la unitat didàctica com per a l'entrevista.

Finalment, la categoria més potenciada ha estat tant en la unitat didàctica com en l'entrevista la categoria Probabilitat Determinista.



### VI.3.1.6. Pregunta 2.2.1.1: Com és el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica en el grup I?

A continuació es respon la pregunta 2.2.1.1. que sintetitza les característiques dels valors del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup I per al conjunt de les dimensions. La següent figura situa la pregunta amb relació als objectius de la recerca:

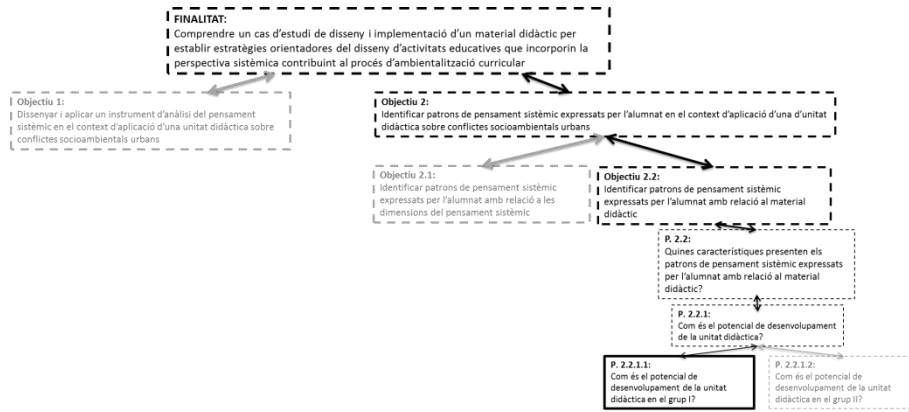


Figura 125: Pregunta de recerca 2.2.1.1. en l'esquema d'objectius de la recerca

En la següent taula es presenta un resum dels valors del potencial de desenvolupament de les fases de la unitat didàctica del grup I:

GRUP I	
Nivell escalar	<p>baix ← <math>FES_{NE\_G1}</math> <math>FEX_{NE\_G1}</math> <math>FIC_{NE\_G1}</math> <math>FAC_{NE\_G1}</math> → alt</p> <p>Baix   Baix   Mod-baix   Moderat   Mod-alt   Alt   Alt</p>
Obertura del sistema	<p>baix ← <math>FEX_{OS\_G1}</math> <math>FIC_{OS\_G1}</math> <math>FES_{OS\_G1}</math> <math>FAC_{OS\_G1}</math> → alt</p> <p>Baix   Baix   Mod-baix   Moderat   Mod-alt   Alt   Alt</p>
Patró d'interacció	<p>baix ← <math>FIC_{PI\_G1}</math> <math>FES_{PI\_G1}</math> <math>FEX_{PI\_G1}</math> <math>FAC_{PI\_G1}</math> → alt</p> <p>Baix   Baix   Mod-baix   Moderat   Mod-alt   Alt   Alt</p>
Flux d'agents	<p>baix ← <math>FEX_{FA\_G1}</math> <math>FIC_{FA\_G1}</math> <math>FAC_{FA\_G1}</math> <math>FES_{FA\_G1}</math> → alt</p> <p>Baix   Baix   Mod-baix   Moderat   Mod-alt   Alt   Alt</p>
Probabilitat	<p>baix ← <math>FEX_{GP\_G1}</math> <math>FIC_{GP\_G1}</math> <math>FES_{GP\_G1}</math> <math>FAC_{GP\_G1}</math> → alt</p> <p>Baix   Baix   Mod-baix   Moderat   Mod-alt   Alt   Alt</p>

Taula 153: Resum dels valors del potencial de desenvolupament de les fases de la unitat didàctica del grup I

En la següent figura es mostren els potencials de desenvolupament obtinguts per la unitat didàctica del grup I:

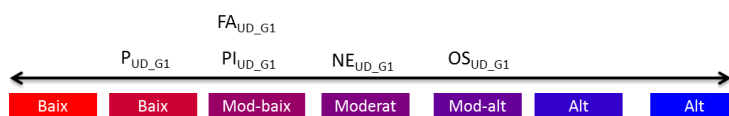


Figura 126: Valors del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup I

En la següent figura es mostren els potencials de desenvolupament obtinguts per l'entrevista el grup I:



Figura 127: Valors del potencial de desenvolupament de l'entrevista del grup I

Els potencials de desenvolupament de les fases de la unitat didàctica del grup I per a les dimensions se situen en valors entre el baix i el moderat-alt. Les fases amb un major potencial per a desenvolupar les dimensions són la FES i la FAC en la majoria de casos, mentre que la fase que mostra potencials menors és la FEX per a les dimensions OS, FA, P i PI, i per a la dimensió NE és la FES.

Els potencials de desenvolupament de la unitat didàctica del grup I per a les dimensions se situen en l'interval que va del baix al moderat-alt. El major potencial de desenvolupament és per a la dimensió Obertura del Sistema a continuació, un potencial moderat per a la dimensió NE. La resta de potencials per a les dimensions FA, P i PI se situen en el moderat-baix i el baix.

Els potencials de desenvolupament de l'entrevista del grup I presenten la mateixa tendència que la unitat didàctica però els valors són més alts. Així, la dimensió OS és la que obté el major valor (Alt), a continuació la dimensió Nivell Escalar (Moderat-alt) i finalment els potencials de l'entrevista per a les dimensions FA, P i PI se situen entre el moderat-baix i el baix.

Pel que fa a la quantitat de categories presents en la unitat didàctica del grup I en la majoria de les dimensions és moderada, és a dir, uns dos terços de les categories de la dimensió tenen presència en la unitat didàctica. En les dimensions OS i FA hi són presents totes les categories. La tendència per a l'entrevista és homogènia per a totes les dimensions on hi ha la majoria de categories presents excepte en la dimensió OS que hi ha totes les categories.

En la relació entre la freqüència i la complexitat en les categories s'observa una tendència majoritària: la relació és inversa. És a dir, la major freqüència correspon a categories de menor complexitat i la menor freqüència correspon a categories de major complexitat. Tot i això hi ha alguns matisos segons la dimensió: per a la dimensió NE la relació és directa per a les categories de major freqüència i per a la dimensió PI la relació també és directa per a les categories de menor freqüència. En el cas de l'entrevista la tendència és similar. En la majoria de casos la relació és inversa. Els casos pels quals la relació és directa en la unitat didàctica es repeteixen afegint que per a la dimensió NE és directa tant per a les categories de major freqüència com les de menor freqüència.

Pel que fa a l'interval de categories expressades en l'escala de complexitat de les dimensions s'observen dues tendències: en les dimensions NE, OS, PI, FA l'interval va del valor més baix possible fins al valor més alt possible. En la dimensió P l'interval va del valor més baix possible fins a un valor moderat. Tot i això, en les dimensions PI i FA la tendència majoritària és que l'interval va del valor més baix possible fins a un valor moderat. Pel que fa l'entrevista també s'observen aquestes dues tendències però en dimensions diferents. Així, per a la dimensió NE l'interval va de

valors baixos fins a valors alts, per a la dimensió OS l'interval va del valor més baix possible fins al valor més alt possible i per a les dimensions PI, FA, P l'interval va d'un valor baix o el valor més baix possible fins a un valor moderat

Finalment, una mirada global als resultats del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup I i de l'entrevista del grup I permet afirmar que,

Els potencials de desenvolupament de les fases de la unitat didàctica del grup I per a les dimensions del pensament sistèmic se situen en valors entre el baix i el moderat, i els potencials de desenvolupament de la unitat didàctica se situen entre el potencial baix i el potencial moderat-alt. Per a l'entrevista els potencials se situen entre el moderat-baix i l'alt.

Amb relació a la presència de categories, totes les dimensions han expressat la majoria de les seves categories tant en la unitat didàctica com en l'entrevista i en dues dimensions (Obertura del Sistema i Flux d'Agents) la unitat didàctica ha possibilitat l'expressió de totes les categories mentre que en l'entrevista això ha ocorregut per a la dimensió Obertura del Sistema.

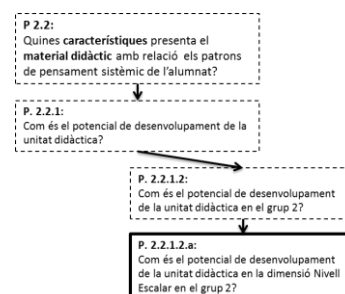
Pel que fa a la relació entre la freqüència de les categories i la seva complexitat davant l'elevada variabilitat de tendències n'hi ha una majoritària que consisteix en una relació inversa, és a dir, a major complexitat de la categoria menor és la seva freqüència i viceversa. En l'entrevista s'observa tant una relació directa com inversa, en funció de la dimensió.

Pel que fa a l'interval de categories expressades en l'escala de complexitat de la dimensió en la majoria de dimensions aquest va del valor més baix possible fins al valor més alt possible tant en la unitat didàctica com en l'entrevista, tot i que en concret l'amplitud de valors és superior en la unitat didàctica.

## VI.3.2. Pregunta 2.2.1.2: Com és el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica en el grup II?

En primer lloc es responen les preguntes concretes per al potencial de desenvolupament per cada dimensió i finalment es respon la pregunta per al conjunt de les dimensions del grup II.

### VI.3.2.1. Pregunta 2.2.1.2.a: Com és el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica en la dimensió **Nivell Escalar** en el grup II?



A continuació es presenten els resultats que permeten respondre la pregunta amb relació a les característiques de la unitat didàctica del grup I per a la dimensió Nivell Escalar.

En l'Annex 4 s'hi poden trobar les gràfiques que relacionen les activitats de la unitat didàctica amb la freqüència de les categories de la dimensió NE del grup II.

La següent figura mostra el diagrama que presenta de forma dinàmica el valor del potencial de desenvolupament de cada fase de la unitat didàctica, de manera que es pot observar l'evolució d'aquest valor de l'inici al final de la unitat didàctica.

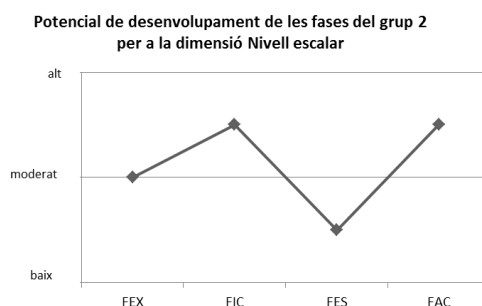


Figura 128: Diagrama dels potencials de desenvolupament de les fases del grup II per a la dimensió NE

A continuació es presenta el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica per aquesta dimensió:

Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup II per a la dimensió Nivell Escalar	Moderat
--	---------

Taula 154: Valor del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup II per a la dimensió Nivell Escalar

Les activitats de la unitat didàctica del grup II per a la dimensió NE es caracteritzen per una presència de categories baixa, ja que només en una activitat s'arriba al 50% de presència de

categories (11 categories), i s'observa una tendència majoritària d'entre 4 i 6 categories per activitat. Amb relació a les categories predominants s'observa un predomini compartit de categories tant de complexitat moderada com de complexitat alta.

Pel que fa a l'escala de complexitat de la dimensió NE, les categories expressades en les activitats se situen en l'interval que va del valor més baix possible (mi-me) al valor més alt possible (mi4-me4-ma) tot i que hi ha una gran diversitat entre les activitats. En general en totes les activitats el valor de la part baixa de l'interval correspon a una categoria de complexitat baixa o moderada, mentre que per la part alta de l'interval sempre les categories sempre se situen en un valor alt. Amb relació a l'evolució d'aquest interval al llarg de les activitats s'observa una única tendència ja que en la majoria d'activitats, aquest tendeix a augmentar amb les activitats d'una mateixa fase, exceptuant les activitats de la fase d'introducció.

**Les fases de la unitat didàctica del grup II per a la dimensió NE** es caracteritzen per una presència moderada de categories amb presència d'entre 9 i 14 categories en cada fase, començant per l'exploració amb el major nombre i disminuint. Pel que fa a la categoria amb una major freqüència correspon a graus de complexitat moderada i/o elevada. Mentre que la categoria amb una menor freqüència en general correspon a categories de complexitat moderada i elevada. Pel que fa a l'escala de complexitat de la dimensió les categories expressades en les fases se situen entre el valor més baix possible (mi-me) fins al valor més alt possible, tot i que la tendència majoritària se situa entre el valor més baix possible (mi-me) i un valor alt (mi3-me3-ma).

A partir de la lectura del diagrama dels potencials de desenvolupament de les fases es pot observar una elevada diversitat en els valors, essent que la FIC i la FAC les que obtenen potencials superiors. Es desenvolupa a continuació:

El potencial obtingut per la FEX és degut a que és l'única fase on hi ha expressió de la categoria de major complexitat possible, tot i que només en una activitat i en proporció baixa. Exceptuant aquesta categoria, el grau de complexitat màxim de les activitats d'aquesta fase és moderat de tres nivells escalars. D'altra banda, és la fase amb una major presència de categories en conjunt i les seves activitats presenten les proporcions més elevades de presència de categories.

Pel que fa al potencial de la FIC tot i la menor presència de categories tant en el conjunt de la fase com en les seves activitats, cal destacar que la categoria de major freqüència és de complexitat alta i en general l'elevada presència de categories de complexitat alta.

El potencial de la FES també té en compte el baix nombre de categories presents, tot i que igual que en la FIC una de les dues categories de major freqüència és de complexitat alta.

Finalment, el potencial de la FAC respon a la quantitat de categories presents, tant en el conjunt com en les seves activitats. Destaca que la categoria de major freqüència tant en el conjunt com en les activitats és de complexitat alta, i també que en totes les activitats la categoria de major complexitat present és de complexitat alta.

Per tal d'obtenir el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica es té en compte que tot i que en el conjunt de la unitat didàctica hi ha presència de gran part de categories, aquestes hi són en proporcions diverses i que la tendència no es manté ni per a les fases ni per a les activitats. Més aviat, en les fases en conjunt la presència de categories és moderada i en les activitats és baixa. Pel

que fa a les freqüències la de major és la categoria meso-macro, que és de complexitat baixa però no la de menor complexitat possible. Les categories de menor freqüència són diverses, tres corresponents a nivells de complexitat moderada i una que és la de major complexitat possible. Per tant, es pot dir que s'estableix una relació inversa entre la complexitat de la categoria i la seva freqüència.

Amb relació a l'escala de complexitat de la dimensió Nivell Escalar, la unitat didàctica se situa en l'interval del valor més baix possible (mi-me) fins al valor més alt possible (mi5-me4-ma), tot i que la tendència majoritària és a arribar a valors alts i no al més al possible, ja que això només ocorre en una única activitat. Finalment, amb relació a el potencial de desenvolupament de les fases aquest presenta variabilitat amb la tendència a augmentar al llarg de la unitat didàctica. **Per tot això el potencial de la unitat didàctica del grup II per a la dimensió Nivell Escalar és moderat.**

En l'Annex 4 s'hi pot trobar la gràfica que relaciona l'entrevista del grup II amb la freqüències de les categories de la dimensió NE.

A continuació es presenta el potencial de desenvolupament de l'entrevista per aquesta dimensió:

Potencial de desenvolupament de l'entrevista del grup II per a la dimensió Nivell Escalar	Moderat-alt/alt
---	-----------------

*Taula 155: Valor del potencial de desenvolupament de l'entrevista del grup II per a la dimensió Nivell Escalar*

Pel que fa al potencial de desenvolupament l'entrevista les categories de major freqüència corresponen a un grau de complexitat alt, igual que la majoria de les categories de menor freqüència. Pel que fa a l'escala de complexitat de la dimensió NE, les categories expressades en l'entrevista se situen en l'interval que va d'un valor moderat (mi2-me) a un valor alt (mi2-me3-ma). Per tot això, **el gradient d'expressió de l'entrevista per a la dimensió NE en el grup I és entre moderat-alt i alt.**

En la taula següent es presenta un resum de les tendències identificades per al a unitat didàctica a partir de la informació recollida en les gràfiques anteriors:

Resum tendències unitat didàctica grup II per a la dimensió NE	
Presència categories	Moderada
Categories potenciades	FEX: me-ma / me2-ma FIC: mi2-me-ma FES: me-ma / mi-me-ma FAC: mi-me-ma
Relació Major freqüència / Complexitat	No es pot establir relació ja que la de major freqüència correspon a complexitat moderada i elevada
Relació Menor freqüència / Complexitat	Inversa: Categoria de menor freqüència correspon a categories de complexitat moderada i elevada
Interval de categories expressades en l'escala de complexitat de la dimensió	L'interval va del valor més baix possible fins al valor més alt possible, però la tendència majoritària és a arribar a valors alts.

*Taula 156: Resum tendències UD grup II, dimensió 1*

En la taula següent es presenta un resum de les tendències identificades per l'entrevista a partir de la informació recollida en les gràfiques anteriors:

Resum tendències entrevista grup II per a la dimensió NE	
Presència categories	Moderada (50%)
Categories potenciades	mi-me-ma mi2-me2-ma
Relació Major freqüència / Complexitat	Directa: Categoria de major freqüència correspon a

	categories de complexitat alta
Relació Menor freqüència / Complexitat	Inversa: Categoria de menor freqüència correspon a categories de complexitat alta
Interval de categories expressades en l'escala de complexitat de la dimensió	L'interval va d'un valor moderat (mi2-me) a un valor alt (mi2-me3-ma).

*Taula 157: Resum tendències entrevista grup II, dimensió 1*

Finalment amb relació a **les tendències** identificades:

- La unitat didàctica del grup II per a la dimensió NE ha permès la **presència** de la majoria de categories de la dimensió, i aquesta tendència s'ha mantingut en les fases. Les categories més potenciades en aquesta unitat han estat (p.o. de complexitat): me-ma, me2-ma, mi-me-ma i mi2-me-ma. L'entrevista compta amb la presència d'onze de les vint-i-dues categories de la dimensió i es distribueixen de forma més aviat heterogènia. Les categories més potenciades coincideixen parcialment essent mi-me-ma i mi2-me2-ma.

- Pel que fa a la **relació entre la freqüència de les categories i la seva complexitat**, en el cas de la categoria de menor freqüència aquesta relació és inversa, és a dir, la categoria de menor freqüència correspon a categories de complexitat moderada i elevada. Pel que fa a la categoria de major freqüència no es pot establir relació amb la complexitat ja que en la majoria de casos la categoria de major freqüència correspon a una categoria de complexitat moderada o elevada. Per a l'entrevista, la freqüència de les categories d'aquesta dimensió manté una relació inversa a la seva complexitat.

- Pel que fa l'interval de categories expressades en l'escala de complexitat de la dimensió NE en la unitat didàctica aquest va dels valors més baixos possibles fins al valor més alt possible. En l'entrevista en canvi, l'interval és més reduït i va de valors moderats a valors alts.

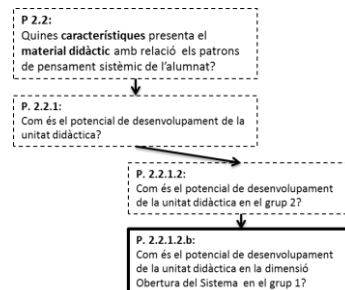
Els resultats del grup II per a la dimensió Nivell Escalar mostren que el potencial de desenvolupament de les fases de la unitat didàctica oscil·la des del moderat-baix (FES) al moderat-alt (FIC, FAC). El potencial de desenvolupament de la unitat didàctica és moderat mentre que per a l'entrevista és entre moderat-alt i alt.

La quantitat de categories presents és moderada tant en la unitat didàctica com en l'entrevista. En l'escala de complexitat de la dimensió Nivell Escalar en la unitat didàctica, l'interval de valors de les categories va del valor més baix possible (mi-me) fins al valor més alt possible (mi5-me4-ma), però la tendència majoritària és a arribar a valors alts. En l'entrevista en canvi, l'interval és més reduït i va d'un valor moderat (mi2-me) a un valor alt (mi2-me3-ma).

La relació entre la freqüència i la complexitat en les categories no es pot establir per a les categories amb major freqüència i inversa per a les categories de menor freqüència. En el cas de l'entrevista la relació és directa per a les categories amb major freqüència i inversa per a les categories de menor freqüència.

Finalment, les categories més potenciades en la unitat didàctica són: me-ma, me2-ma, mi-me-ma i mi2-me-ma. En l'entrevista les categories més potenciades coincideixen parcialment essent mi-me-ma i mi2-me2-ma.

### VI.3.2.2. Pregunta 2.2.1.2.b: Com és el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica en la dimensió **Obertura del Sistema** en el grup II?



A continuació es presenten els resultats que permeten respondre la pregunta amb relació a les característiques de la unitat didàctica del grup I per a la dimensió Obertura del Sistema.

En l'Annex 4 s'hi poden trobar les gràfiques que relacionen les activitats de la unitat didàctica amb la freqüència de les categories de la dimensió OS del grup II.

La següent figura mostra el diagrama que presenta de forma dinàmica el valor del potencial de desenvolupament de cada fase de la unitat didàctica, de manera que es pot observar l'evolució d'aquest valor de l'inici al final de la unitat didàctica.

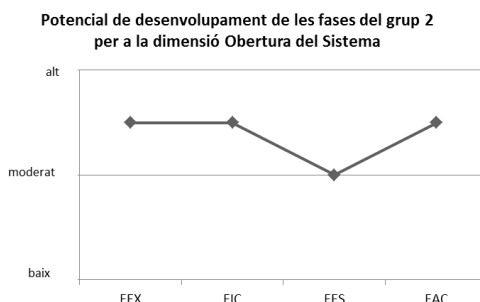


Figura 129: Diagrama dels potencials de desenvolupament de les fases del grup II per a la dimensió OS

A continuació es presenta el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica per aquesta dimensió:

Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup II per a la dimensió Obertura del sistema	Moderat-alt
--	-------------

Taula 158: Valor del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup II per a la dimensió Obertura del Sistema

Les activitats de la unitat didàctica del grup II per a la dimensió OS es caracteritzen per una presència de categories elevada i que majoritàriament augmenta amb les activitats de cada fase. Es pot afirmar que en quasi totes les activitats hi ha la presència de com a mínim el 60% de les categories de la dimensió. Amb relació a les categories predominants s'observa una tendència majoritària de predomini de categories de complexitat moderada.

En l'escala de complexitat de la dimensió OS, les categories expressades en les activitats se situen en l'interval del valor més baix possible (ST) al valor més alt possible (SR), tot i això en la meitat de les activitats l'interval del valor més baix possible (ST) al valor moderat (SO). Amb relació a l'evolució



d'aquest interval al llarg de les activitats s'observen dues tendències: en les activitats de la FEX s'observa la tendència a disminuir el valor en la complexitat en les categories amb les activitats dins la fase, mentre que en les activitats de la resta de fases el valor de complexitat en les categories augmenta amb les activitats.

Les fases de la unitat didàctica del grup II per a la dimensió OS es caracteritzen per una elevada presència de les categories, aquesta es manté a mesura que avancem en la unitat didàctica, ja que totes les fases tenen la presència de totes les categories de la dimensió. Pel que fa a la categoria amb una major freqüència correspon a grau de complexitat moderat. Mentre que la categoria amb una menor freqüència majoritàriament correspon a una categoria de grau de complexitat elevat. En l'escala de complexitat de la dimensió OS, les categories expressades en les fases se situen en l'interval que va del més baix possible (ST) fins al valor màxim (SR).

A partir de la lectura del diagrama dels potencials de desenvolupament de les fases es pot observar que les fases tenen potencials entre el moderat i l'alt i les diferències són mínimes ja que es parteix d'uns valors molt similars en els paràmetres per a totes les fases. Es desenvolupa a continuació:

El potencial assignat a la FEX respon a la presència moderada-alta de categories en les seves activitats, la categoria amb major freqüència és una categoria de complexitat moderada i la de menor freqüència és SR, també en la majoria de les seves activitats. Pel que fa a la complexitat en les categories presents, la de major complexitat present en el conjunt és SR com en la majoria de les activitats, i finalment ST és la categoria de menor complexitat present en totes les activitats de la fase.

El potencial assignat a la FIC difereix lleugerament de la FEX en un paràmetre: la categoria de menor freqüència és ES en el total de la fase i en les seves activitats es reparteix entre diverses categories. D'altra banda destaca que la categoria de menor complexitat present, si bé és ST en el total de la fase hi ha dues activitats on aquest paràmetre l'ocupa SO, ja que ST és absent. És a dir, només en una activitat d'aquesta fase la categoria de menor complexitat present coincideix amb la categoria de menor complexitat possible. Per això el seu potencial és lleugerament superior al de la FEX.

LA FES presenta el potencial més baix de les quatre fases. Això és degut a principalment a la baixa presència de categories en una de les seves activitats, ja que la resta de paràmetres tenen valors similars als de les altres fases. Destaca la poca freqüència de la categoria SR i la poca presència de categories en les seves activitats.

Finalment, la FAC presenta també un dels potencials més alts, degut especialment a l'elevada presència de categories en totes les activitats de la fase. També destaca que la categoria de menor freqüència en cap cas correspon únicament a una categoria sinó que n'hi ha diverses. A més, és l'única fase on la categoria ST és la que presenta una freqüència més baixa. Pel que fa a la complexitat en les categories presents, en totes les activitats és SR la de major complexitat i la de menor complexitat és ST en dues activitats mentre que en la tercera és SO.

Per tal d'obtenir el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica es té en compte que en la unitat didàctica, en totes les fases i en la majoria d'activitats hi ha presència de les cinc categories de la dimensió. Pel que fa a la categoria de major freqüència correspon a Sistema Obert, una categoria

de complexitat moderada, que ja hem vist que predomina en quasi totes les activitats. En el cas contrari, la categoria Sistema Obert 3 és la de menor freqüència, però destaca que la seva presència en la majoria d'activitats tot i que sigui en freqüències baixes. En aquest sentit però, es pot afirmar que la freqüència de les categories manté una relació inversa a la seva complexitat. En l'escala de complexitat de la dimensió OS, les categories expressades en la unitat didàctica se situen en l'interval que va del valor més baix possible (ST) fins al valor més alt possible (SR). Finalment, amb relació al potencial de desenvolupament de les fases aquestes tenen un valor moderat-alt amb excepció de la FES que té un valor moderat. **Per tot això el potencial de la unitat didàctica del grup II per a desenvolupar la dimensió Obertura del Sistema és moderat-alt.**

En l'Annex 4 s'hi pot trobar la gràfica que relaciona l'entrevista del grup II amb la freqüències de les categories de la dimensió OS.

A continuació es presenta el potencial de desenvolupament de l'entrevista per aquesta dimensió:

Potencial de desenvolupament de l'entrevista del grup II per a la dimensió Obertura del Sistema	Moderat-alt
---	-------------

*Taula 159: Valor del potencial de desenvolupament de l'entrevista del grup II per a la dimensió Obertura del Sistema*

La categoria amb una major freqüència en l'entrevista és de complexitat moderada i les categories de menor freqüència contemplen els tres graus de complexitat possible. En l'escala de complexitat de la dimensió OS, les categories expressades en l'entrevista van del valor més baix possible al valor més alt possible. **Per tot això, el potencial de desenvolupament de l'entrevista per a la dimensió OS del grup I és moderat-alt.**

En la taula següent es presenta un resum de les tendències identificades per a la unitat didàctica a partir de la informació recollida en les gràfiques anteriors:

Resum tendències unitat didàctica grup II per a la dimensió OS	
Presència categories	Alta
Categories potenciades	FEX: SO FIC: SO FES: SE FAC: SO
Relació Major freqüència / Complexitat	No es pot establir relació ja que la de major freqüència correspon a complexitat moderada
Relació Menor freqüència / Complexitat	Inversa: Categoria de menor freqüència correspon a la de major complexitat
Interval de categories expressades en l'escala de complexitat de la dimensió	L'interval va del valor més baix possible (ST) fins al valor més alt possible (SR).

*Taula 160: Resum tendències UD grup II, dimensió 2*

En la taula següent es presenta un resum de les tendències identificades per l'entrevista a partir de la informació recollida en les gràfiques anteriors:

Resum tendències entrevista grup II per a la dimensió OS	
Presència categories	Alta (100%)
Categories potenciades	SO
Relació Major freqüència / Complexitat	No es pot establir relació ja que la categoria de major freqüència correspon a complexitat moderada
Relació Menor freqüència / Complexitat	No es pot establir relació ja que les categories de major freqüència corresponen a complexitat baixa, moderada i alta
Interval de categories expressades en l'escala de complexitat de la dimensió	L'interval va del valor més baix possible fins al valor més alt possible

*Taula 161: Resum tendències entrevista grup II, dimensió 2*

Finalment amb relació a **les tendències** identificades:

- La unitat didàctica del grup II per a la dimensió OS ha permès la **presència** de totes les categories de la dimensió, i aquestes han estat presents en totes les fases i en la majoria de les activitats. Destacant que la categoria més potenciada per aquesta unitat ha estat la categoria SO. L'entrevista també es caracteritza per tenir la presència de totes les categories però distribuïdes de forma més heterogènia. La categoria més potenciada en l'entrevista coincideix.
- Pel que fa a la **relació entre la freqüència de les categories i la seva complexitat**, en el cas de la categoria de menor freqüència aquesta relació és inversa, és a dir, a major complexitat menor presència de la categoria. Pel que fa a la categoria de major freqüència no es pot establir relació amb la complexitat ja que en la majoria de casos la categoria de major freqüència correspon a una categoria de complexitat moderada. Per a l'entrevista no s'observa una relació entre la freqüència de les categories i la complexitat d'aquestes.
- Pel que fa l'interval de categories expressades en l'escala de complexitat de la dimensió en la unitat didàctica aquest va dels valors més baixos possibles fins al valor més alt possible. En l'entrevista l'interval també va dels valors més baixos possibles fins al valor més alt possible.

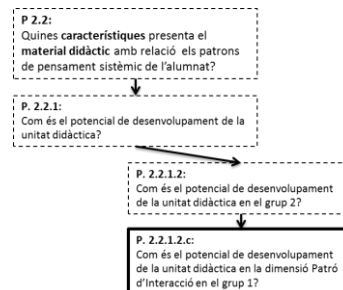
Els resultats del grup II per a la dimensió Obertura del Sistema mostren que el potencial de desenvolupament de les fases de la unitat didàctica oscil·la des del valor moderat (FES) fins al valor moderat-alt en la resta de fases. El potencial de desenvolupament de la unitat didàctica i per a l'entrevista és moderat-alt.

La quantitat de categories presents és alta tant en la unitat didàctica com en l'entrevista ja que hi ha presència de totes les categories. En l'escala de complexitat de la dimensió Obertura del Sistema en la unitat didàctica, l'interval de valors de les categories va del valor més baix possible (ST) fins al valor més alt possible (SR), en dues de les quatre fases i en l'entrevista.

La relació entre la freqüència i la complexitat en les categories no es pot establir per a les categories amb major freqüència i és inversa per a les categories de menor freqüència en la unitat didàctica. En el cas de l'entrevista la relació no es pot establir.

Finalment, la categoria més potenciada tant en la unitat didàctica com en l'entrevista és la categoria Sistema Obert.

### VI.3.2.3. Pregunta 2.2.1.2.c: Com és el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica en la dimensió **Patró d'Interacció** en el grup II?



A continuació es presenten els resultats que permeten respondre la pregunta amb relació a les característiques de la unitat didàctica del grup II per a la dimensió Patró d'Interacció.

En l'Annex 4 s'hi poden trobar les gràfiques que relacionen les activitats de la unitat didàctica amb la freqüència de les categories de la dimensió PI del grup II.

La següent figura mostra el diagrama que presenta de forma dinàmica el valor del potencial de desenvolupament de cada fase de la unitat didàctica, de manera que es pot observar l'evolució d'aquest valor de l'inici al final de la unitat didàctica.

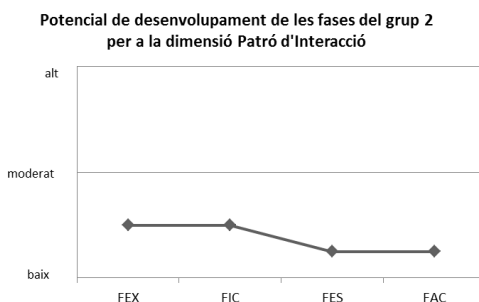


Figura 130: Diagrama dels potencials de desenvolupament de les fases del grup II per a la dimensió PI

A continuació es presenta el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica per aquesta dimensió:

Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup II per a la dimensió PI	Baix
--	------

Taula 162: Valor del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup II per a la dimensió Patró d'interacció

Les activitats de la unitat didàctica del grup II per a la dimensió PI es caracteritzen per una presència baixa-moderada de les categories, ja que només en una activitat supera el 50% de presència de categories (8 categories), i s'observa una tendència majoritària de presència de 4 categories en una activitat. Amb relació a les categories predominants en totes les activitats correspon a un grau de complexitat baix, en general són categories que responen a patrons de no interacció o d'interacció linear simple o múltiple. En l'escala de complexitat de la dimensió PI, les categories expressades en les activitats se situa en l'interval que va del valor més baix possible (NI) o un valor baix (ILS) fins a valors moderats o alts (IRET). Amb relació a l'evolució d'aquest

interval al llarg de les activitats s'observa una tendència majoritària ja que en la majoria de les activitats d'una mateixa fase l'interval tendeix a disminuir en complexitat.

Les fases de la unitat didàctica del grup II per a la dimensió PI es caracteritzen per una presència moderada d'entre 9 i 10 categories en cada fase. Pel que fa a la freqüència de les categories presents, la categoria amb una major freqüència es manté en quasi totes les fases i correspon a categories corresponents a graus de complexitat baix. Mentre que la categoria amb una menor freqüència en general són categories de complexitat moderada i alta. En l'escala de complexitat de la dimensió PI, les categories expressades en les fases de la unitat didàctica se situen en l'interval que va del valor més baix possible (NI) en totes les fases fins a valors alts (IRET) en la FEX i la FIC i valors moderats (ID) en la FES i la FAC.

A partir de la lectura del diagrama dels potencials de desenvolupament de les fases es pot observar que les fases tenen potencials amb valors entre el moderat-baix i el baix. Es desenvolupa a continuació:

Les dues fases que mostren un major potencial per a desenvolupar la dimensió PI són les fases FEX i FIC, respectivament, mentre que les fases FES i FAC presenten potencials lleugerament més baixos.

El major potencial desenvolupat per la FEX és degut a que és l'única fase on hi ha expressió de la categoria de major complexitat possible, tot i que només en una activitat i en proporció baixa. Exceptuant aquesta categoria, el grau de complexitat màxim de les activitats d'aquesta fase és baix i moderat. D'altra banda les activitats d'aquesta fase presenten en conjunt les proporcions més elevades de presència de categories.

Pel que fa al potencial de la FIC, és degut principalment a la presència de la categoria immediatament següent a la de major complexitat per una banda, i de l'altra, tot i que la presència de categories en les seves activitats és baixa, hi ha força presència de categories de complexitat moderada amb valors molt similars als de la fase d'exploració.

La FES és la que presenta el potencial més baix, això és degut principalment als valors de la primera activitat on només hi ha presència de dues categories ambdues corresponents a graus de complexitat baix. Tot i això, la segona activitat d'aquesta fase presenta força presència de categories de complexitat moderada i és l'activitat amb una major presència de categories del conjunt de les analitzades.

Finalment, el potencial atribuït a la FAC respon a la quantitat de categories presents, però sobretot al fet que la categoria amb una major freqüència no és de les més baixes dins del rang. A més, en les activitats s'observa clar predomini de categories de patró d'interacció dòmino, és a dir de grau moderat.

Per tal d'obtenir el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica es té en compte que tot i que en el conjunt de la unitat didàctica hi ha presència de la majoria de categories, aquestes hi són en proporcions diverses, ja que per exemple, hi ha categories que només són presents en una activitat. Pel que fa a les freqüències la de major és la categoria ILS, que és de complexitat baixa però no la de menor complexitat possible, i la categoria de menor freqüència és IRET. Establint doncs, una relació inversa entre al complexitat de la categoria i la seva freqüència. En l'escala de

complexitat de la dimensió Patró d'Interacció la unitat didàctica se situa en l'interval que va del valor més baix possible (NI) fins a un valor alt (IRET), tot i que en la meitat de fases l'interval es redueix fins a valors moderats (IDM). Finalment, amb relació al potencial de desenvolupament de les fases varien del potencial entre baix i moderat-baix en la FEX i la FIC, fins al potencial baix de la FES i la FAC. **Per tot això el potencial de la unitat didàctica del grup II per a la dimensió Patró d'interacció és baix.**

En l'Annex 4 s'hi pot trobar la gràfica que relaciona l'entrevista del grup II amb la freqüències de les categories de la dimensió PI.

Potencial de desenvolupament de l'entrevista del grup II per a la dimensió PI **Moderat-alt**

*Taula 163: Valor del potencial de desenvolupament de l'entrevista del grup II per a la dimensió Patró d'interacció*

Pel que fa al potencial de desenvolupament l'entrevista de la categoria amb una major freqüència correspon a un grau de complexitat moderat, mentre que les categories de menor freqüència corresponen als tres graus de complexitat. En l'escala de complexitat de la dimensió PI, les categories expressades en l'entrevista van del valor més baix possible (NI) al valor més al possible (IREC). **Per tot això, el potencial de desenvolupament de l'entrevista per a la dimensió PI en el grup II és moderat-alt.**

En la taula següent es presenta un resum de les tendències identificades per al a unitat didàctica a partir de la informació recollida en les gràfiques anteriors:

Resum tendències unitat didàctica grup II per a la dimensió PI	
Presència categories	Moderada
Categories potenciades	FEX: ILS FIC: ILS FES: ILS FAC: ILMC
Relació Major freqüència / Complexitat	Inversa: Categoria de major freqüència correspon a categories de complexitat baixa
Relació Menor freqüència / Complexitat	Inversa: Categoria de menor freqüència correspon a categories de complexitat moderada i elevada
Interval de categories expressades en l'escala de complexitat de la dimensió	L'interval que va del valor més baix possible (NI) fins a un valor alt (IRET), tot i que en la meitat de fases l'interval es redueix fins a valors moderats (IDM).

*Taula 164: Resum tendències UD grup II, dimensió 3*

En la taula següent es presenta un resum de les tendències identificades per l'entrevista a partir de la informació recollida en les gràfiques anteriors:

Resum tendències entrevista grup II per a la dimensió PI	
Presència categories	Alta (75%)
Categories potenciades	ILMC
Relació Major freqüència / Complexitat	No es pot establir ja que les categories de major freqüència corresponen a complexitat moderada
Relació Menor freqüència / Complexitat	No es pot establir ja que les categories de major freqüència corresponen a complexitat baixa, moderada i alta
Interval de categories expressades en l'escala de complexitat de la dimensió	L'interval va del valor més baix possible (NI) al valor més al possible (IREC).

*Taula 165: Resum tendències entrevista grup II, dimensió 3*

Finalment amb relació a **les tendències** identificades:

- La unitat didàctica del grup II per a la dimensió PI ha permès la **presència** de la majoria de categories de la dimensió, i aquesta tendència s'ha mantingut en les fases. Les categories més potenciades en aquesta unitat han estat (p.o. de complexitat): ILS i ILMC. Amb relació a l'entrevista aquesta es caracteritza per la presència de dotze de les setze categories de la dimensió amb freqüències força heterogènies.
- Pel que fa a la **relació entre la freqüència de les categories i la seva complexitat**, en el cas de la categoria de menor freqüència aquesta relació és inversa, és a dir, la categoria de menor freqüència correspon a categories de complexitat moderada i elevada. Pel que fa a la categoria de major freqüència és inversa també perquè la categoria de major freqüència correspon a categories de complexitat baixa. Per a l'entrevista no s'observa una relació entre la freqüència de les categories i la complexitat d'aquestes.
- Pel que fa al **grau de complexitat** que ha adquirit la unitat didàctica es pot observar que en les dues primeres fases aquest ha estat elevat, mentre que en la FES i la FAC disminueix fins a categories de complexitat moderada (IDM). La categoria de menor complexitat coincideix amb la complexitat mínima en totes les fases.

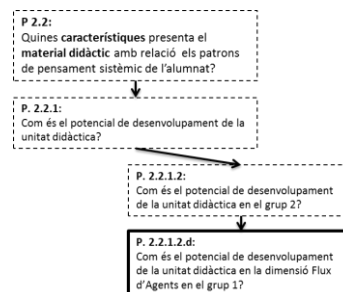
Els resultats del grup II per a la dimensió Patró d'Interacció mostren que el potencial de desenvolupament de les fases de la unitat didàctica oscil·la des d'un valor que es troba entre el baix i moderat-baix ( FEX i FIC) fins a un valor baix ( FES i FAC). El potencial de desenvolupament de la unitat didàctica és baix mentre que per a l'entrevista és moderat-alt.

La quantitat de categories presents és moderada en la unitat didàctica i alta en l'entrevista. En l'escala de complexitat de la dimensió Patró d'Interacció en la unitat didàctica, l'interval va del valor més baix possible (NI) fins a un valor alt (IRET), però amb predomini de valors moderats (IDM) en la part alta de l'escala. En l'entrevista l'interval va d'un valor baix (ILSN), a un valor moderat (IDM). En l'entrevista l'interval va del valor més baix possible (NI) al valor més al possible (IREC).

La relació entre la freqüència i la complexitat en les categories és inversa tant per a les categories amb major freqüència com per a la categoria de menor freqüència en el cas de la unitat didàctica. En canvi per a l'entrevista no s'observa una relació entre la freqüència i la complexitat en les categories.

Finalment, les categories més potenciades en la unitat didàctica són ILS i ILMC, i en l'entrevista és la categoria ILMC.

### VI.3.2.4. Pregunta 2.2.1.2.d: Com és el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica en la dimensió Flux d'Agents en el grup II?



A continuació es presenten els resultats que permeten respondre la pregunta amb relació a les característiques de la unitat didàctica del grup II per a la dimensió Flux d'Agents.

En l'Annex 4 s'hi poden trobar les gràfiques que relacionen les activitats de la unitat didàctica amb la freqüència de les categories de la dimensió FA del grup II.

La següent figura mostra el diagrama que presenta de forma dinàmica el valor del potencial de desenvolupament de cada fase de la unitat didàctica, de manera que es pot observar l'evolució d'aquest valor de l'inici al final de la unitat didàctica.

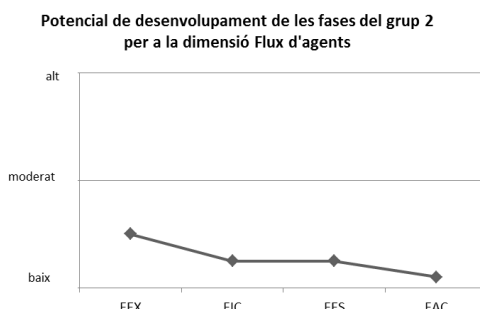


Figura 131: Diagrama dels potencials de desenvolupament de les fases del grup II per a la dimensió FA

A continuació es presenta el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica per aquesta dimensió:

Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup II per a la dimensió FA	Baix
--	------

Taula 166: Valor del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup II per a la dimensió Flux d'Agents

Les activitats de la unitat didàctica del grup II per a la dimensió FA es caracteritzen per una presència de categories moderada i majoritàriament augmenta amb les activitats de cada fase. Es pot afirmar que en quasi totes les activitats hi ha la presència de com a mínim el 40% de les categories de la dimensió. Amb relació a les categories predominants s'observa que la categoria predominant en totes les activitats correspon a un grau de complexitat baix. En l'escala de complexitat de la dimensió FA, les categories expressades en les activitats se situen majoritàriament en l'interval que va del valor més baix (AD) o en el seu defecte valor baix (ACE), fins a valors moderats (ACA). Només en una activitat l'interval arriba fins al valor màxim (AE). Amb relació a l'evolució d'aquest



interval al llarg de les activitats s'observa que aquest tendeix a reduir-se amb les activitats, tot i que no us augment molt acusat passant d'un valor baix a un valor moderat.

**Les fases de la unitat didàctica del grup II per a la dimensió FA** es caracteritzen per una presència de categories que disminueix a mesura que avancem en la unitat didàctica, començant per 4 i baixant fins a 3 categories. Pel que fa a la freqüència de les categories presents, la de major freqüència es manté i la de menor freqüència canvia, tot i que en els dos casos majoritàriament es tracta de categories de grau de complexitat baix.

En l'escala de complexitat de la dimensió les categories expressades en les fases se situen en valor més baix possible (AD) en totes les fases fins al valor màxim (AE) en l'exploració, i valors moderats (ACA, AX) en la resta de fases.

A partir de la lectura del diagrama dels potencials de desenvolupament de les fases tenen valors que van del moderat-baix al baix. Es desenvolupa a continuació:

El potencial desenvolupat per la FEX és degut principalment a que és l'única fase on s'ha expressat la categoria de major complexitat possible tot i que només en una activitat i en proporció baixa. D'altra banda en les seves activitats trobem el valor més alt de presència de categories, que és de 4 en una activitat. La resta de paràmetre són pràcticament iguals que en la resta de fases: la categoria de major freqüència és ACE i la categoria de menor complexitat present és AD.

El potencial desenvolupat per la FIC és lleugerament inferior al de la FEX, això és degut a la menor presència de categories en les activitats ja que és de 2 categories per activitat. D'altra banda només en una activitat la categoria de major complexitat present correspon a una de complexitat moderada (AX), mentre que en les altres dues activitats les dues categories que hi ha són ACE i AD, és a dir, de complexitat baixa.

Pel que fa a la FES, el seu potencial baix és degut a la poca presència de categories i al grau de complexitat d'aquestes. Així, en una activitat la categoria de major complexitat present correspon a una de complexitat moderada (ACA), mentre que en l'altra només hi ha presència de la categoria ACE.

Finalment, la FAC obté el seu potencial baix com a resultat també de la baixa presència de categories en les seves activitats (2 o 3 categories) i a la complexitat d'aquestes. Tot i així en totes les activitats la categoria de major complexitat present correspon a ACA però aquesta és present en freqüències menors. Finalment es pot destacar que la categoria AD en aquesta fase és la que presenta una freqüència més baixa del total de les fases.

Per tal d'obtenir **el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica** es té en compte que tot i que hi ha presència de les cinc categories de la dimensió, la proporció amb la que són presents varia molt d'una categoria a una altra, així només en una activitat del conjunt de la unitat didàctica hi són les categories agents xarxa o agents emergents. Pel que fa a la categoria de major freqüència correspon a Agents Centrals, que tot i ser de complexitat baixa no és la de menor complexitat possible. En el cas contrari, la categoria Agents Emergents és la de menor freqüència, per això es pot afirmar que la freqüència de les categories manté una relació inversa amb la seva complexitat. En l'escala de complexitat de la dimensió Flux d'Agents, la unitat didàctica se situa en l'interval que va del valor més baix possible (AD) fins al valor més alt possible (AE) tot i que la tendència

majoritària és un interval que va d'un valor baix (ACE) a un valor moderat (ACA). Finalment, amb relació al potencial de desenvolupament de les fases aquests descendeixen, començant pel potencial moderat-baix de la FEX, a continuació el potencial entre moderat-baix i baix de la FIC per acabar en el potencial baix de la FES i la FAC. **Per tot això el potencial de la unitat didàctica del grup II per a desenvolupar la dimensió Flux d'Agents és baix.**

En l'Annex 4 s'hi pot trobar la gràfica que relaciona l'entrevista del grup II amb la freqüència de les categories de la dimensió FA.

A continuació es presenta el potencial de desenvolupament de l'entrevista per aquesta dimensió:

Potencial de desenvolupament de l'entrevista del grup II per a la dimensió FA **Moderat-alt**

Taula 167: Valor del potencial de desenvolupament de l'entrevista del grup II per a la dimensió Flux d'Agents

Pel que fa al **potencial de desenvolupament l'entrevista** la categoria amb una major freqüència correspon a un grau de complexitat baix, mentre que la categoria de menor freqüència és la de major complexitat possible. En l'escala de complexitat de la dimensió FA, les categories expressades en l'entrevista se situen en l'interval que va del valor més baix possible (AD) al valor més alt possible (AE). La categoria situada en l'espai de menor complexitat és present en l'entrevista en la proporció més baixa amb relació a la resta de categories, és a dir, de les categories que hi tenen presència és la que en té menys. **Per tot això, el potencial de desenvolupament de l'entrevista per a la dimensió FA del grup II és moderat-alt.**

En la taula següent es presenta un resum de les tendències identificades per al a unitat didàctica a partir de la informació recollida en les gràfiques anteriors:

Resum tendències unitat didàctica grup II per a la dimensió FA	
Presència categories	Moderada
Categories potenciades	FEX: ACE FIC: ACE FES: ACE FAC: ACE
Relació Major freqüència / Complexitat	Inversa: Categoria de major freqüència correspon a categories de complexitat baixa
Relació Menor freqüència / Complexitat	No es pot establir la relació perquè la categoria de menor freqüència correspon a categories de complexitat baixa, moderada i elevada segons la fase
Interval de categories expressades en l'escala de complexitat de la dimensió	L'interval va del valor més baix possible (AD) fins al valor més alt possible (AE) tot i que la tendència majoritària és un interval que va d'un valor baix (ACE) a un valor moderat (ACA).

Taula 168: Resum tendències UD grup II, dimensió 4

En la taula següent es presenta un resum de les tendències identificades per l'entrevista a partir de la informació recollida en les gràfiques anteriors:

Resum tendències entrevista grup I per a la dimensió FA	
Presència categories	Alta (100%)
Categories potenciades	ACE
Relació Major freqüència / Complexitat	Inversa: Categoria de major freqüència correspon a categoria de complexitat baixa
Relació Menor freqüència / Complexitat	Inversa: Categoria de menor freqüència correspon a categories de complexitat alta
Interval de categories expressades en l'escala de complexitat de la dimensió	L'interval va del valor més baix possible (AD) al valor més alt possible (AE).

Taula 169: Resum tendències entrevista grup II, dimensió 2

Finalment amb relació a **les tendències** identificades:

- La unitat didàctica i l'entrevista del grup II han permès la **presència** de totes les categories de la dimensió Flux d'Agents, però aquesta tendència disminueix en les fases. La categoria més potenciada en aquesta unitat i en l'entrevista ha estat ACE.
- Pel que fa a la **relació entre la freqüència de les categories i la seva complexitat**, en el cas de la categoria de menor freqüència aquesta relació es caracteritza perquè la categoria de menor freqüència correspon a categories de complexitat baixa, moderada i elevada segons la fase. Pel que fa a la categoria de major freqüència és inversa perquè la categoria de major freqüència correspon a categories de complexitat baixa. Per a l'entrevista no s'observa una relació entre la freqüència de les categories i la complexitat d'aquestes.
- Pel que fa l'interval de categories expressades en l'escala de complexitat de la dimensió FA en la unitat didàctica aquest va del valor més baix possible (AD) fins al valor més alt possible (AE), tot i que la tendència generalitzada és d'un valor baix (ACE) fins a valors moderats (ACA). En l'entrevista l'interval va del valor més baix possible (AD) fins al valor més alt possible (AE).

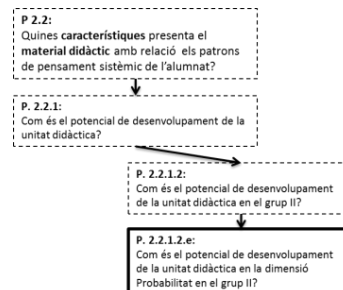
Els resultats del grup II per a la dimensió Flux d'Agents mostren que el potencial de desenvolupament de les fases de la unitat didàctica oscil·la des del baix ( FES, FAC) fins a un potencial moderat-baix (FEX). El potencial de desenvolupament de la unitat didàctica és baix mentre que per a l'entrevista és moderat-alt.

La quantitat de categories presents és moderada en la unitat didàctica i alta en l'entrevista. En l'escala de complexitat de la dimensió Flux d'Agents en la unitat didàctica, l'interval va del valor més baix possible (AD) fins al valor més alt possible (AE) tot i que la tendència majoritària és un interval que va d'un valor baix (ACE) a un valor moderat (ACA). En l'entrevista l'interval va del valor més baix possible (AD) al valor més alt possible (AE).

La relació entre la freqüència i la complexitat en les categories és inversa per a la categoria de major freqüència i no es pot establir per a les categories amb menor freqüència. En el cas de l'entrevista la relació és inversa en tots els casos.

Finalment, la categoria més potenciada tant en la unitat didàctica com en l'entrevista és Agents Centrals.

### VI.3.2.5. Pregunta 2.2.1.2.e: Com és el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica en la dimensió Probabilitat en el grup II?



A continuació es presenten els resultats que permeten respondre la pregunta amb relació a les característiques de la unitat didàctica del grup II per a la dimensió Probabilitat.

En l'Annex 4 s'hi poden trobar les gràfiques que relacionen les activitats de la unitat didàctica amb la freqüència de les categories de la dimensió P del grup II.

La següent figura mostra el diagrama que presenta de forma dinàmica el valor del potencial de desenvolupament de cada fase de la unitat didàctica, de manera que es pot observar l'evolució d'aquest valor de l'inici al final de la unitat didàctica.

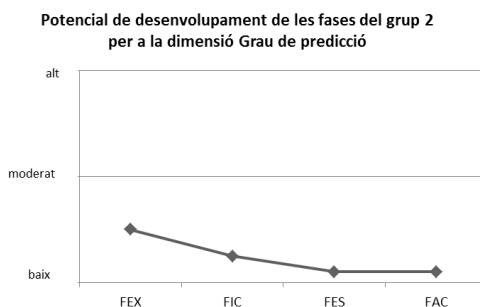


Figura 132: Diagrama dels potencials de desenvolupament de les fases del grup II per a la dimensió P

A continuació es presenta el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica per aquesta dimensió:

Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup II per a la dimensió P	Baix
---	------

Taula 170: Valor del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup II per a la dimensió Probabilitat

Les activitats de la unitat didàctica del grup II per a la dimensió P es caracteritzen per una presència moderada de categories. En la majoria de les activitats hi ha la presència de dues de les tres categories de la dimensió, i en la resta, hi ha presència d'una de les categories, a excepció de l'única activitat del conjunt on hi ha presència de les tres categories de la dimensió (activitat 4). Amb relació a les categories predominants en totes les activitats excepte una, l'activitat 9, correspon a la categoria PD.

En l'escala de complexitat de la dimensió P, les categories expressades en les activitats se situen en l'interval del valor més baix possible (PD) fins al valor moderat (PMA). Només en una activitat

l'interval arriba al valor més alt possible (PMI). Amb relació a l'evolució d'aquest interval al llarg de les activitats s'observen dues tendències. En les activitats de les primeres fases aquest tendeix a disminuir, mentre que en les activitats de les fases finals l'interval augmenta amb les activitats de cada fase, tot i que no és una variabilitat molt acusada ja que, en general el grau de complexitat en el que es mouen totes les activitats és baix.

**Les fases de la unitat didàctica del grup II per a la dimensió P** es caracteritzen per una presència moderada de categories que disminueix a partir de la fase d'introducció dels. Pel que fa a la categoria amb una major freqüència es manté en totes les fases essent PD, mentre que la categoria amb una menor freqüència canvia entre la primera i la segona fases, però després es manté, tractant-se de categories de grau de complexitat elevat i moderat, respectivament. En l'escala de complexitat de la dimensió P, les categories expressades en les fases de la unitat didàctica se situen en l'interval del valor més baix possible (PD) fins al valor moderat (PMA), exceptuant la fase d'exploració on l'interval arriba al valor més alt possible.

A partir de la lectura diagrama dels potencials de desenvolupament de les fases es pot observar que la FEX obté un potencial lleugerament superior a les altres però totes es mouen en valors al voltant del baix. Es desenvolupa a continuació:

El major potencial desenvolupat per la FEX és degut a que és l'única fase on hi ha expressió de les tres categories de la dimensió i, en conseqüència, és l'única on la categoria de major complexitat s'ha pogut expressar, tot i que només en una activitat i en proporció baixa.

Pel que fa al potencial de la FIC, tot i que en aquesta hi ha la mateixa presència de categories que en la FES i la FAC, això es manté en totes les activitats i a més destaca que en una de les seves activitats la proporció de PMA és major que la de PD, una excepció en comparació amb la resta d'activitats. A més, la freqüència de la categoria PMA va disminuint des de la FIC fins a la FAC, un altre aspecte que es té en compte per justificar el major grau de desenvolupament de les fases EX i IC.

Finalment, en la FES i la FAC s'observa els valors més baixos pel que fa a presència de categories en les activitats i freqüència de la categoria PMA, per això obtenen potencials de desenvolupament menors.

Per tal d'obtenir el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica es té en compte que tot i que en el conjunt de la unitat didàctica hi ha presència de les tres categories de la dimensió, n'hi ha una que és present en una única activitat i de les altres dues, una és present en totes les activitats (PD) i l'altra en la meitat (PMA). Així, la presència de les categories en les fases i les activitats manté una relació inversa amb la complexitat en les categories. Pel que fa a les freqüències la de major és la categoria PD, la de menor complexitat i la de menor freqüència és PDI, seguint el patró comentat prèviament. En l'escala de complexitat de la dimensió Probabilitat, la unitat didàctica se situa en l'interval del valor més baix possible (PD) al valor més alt possible (PMI), tot i que la tendència majoritària situa l'interval fins a valors moderats (PMA). Finalment, el potencial de les fases parteix d'un potencial moderat-baix en la fase d'exploració, i va disminuint progressivament fins a un potencial baix en la fase d'aplicació. **Per tot això el potencial de la unitat didàctica del grup II per a la dimensió Probabilitat és baix.**

En l'Annex 4 s'hi pot trobar la gràfica que relaciona l'entrevista del grup II amb la freqüència de les categories de la dimensió P.

A continuació es presenta el potencial de desenvolupament de l'entrevista per aquesta dimensió:

Potencial de desenvolupament de l'entrevista del grup II per a la dimensió P **Moderat-alt**

*Taula 171: Valor del potencial de desenvolupament de l'entrevista del grup II per a la dimensió Probabilitat*

Pel que fa al **potencial de desenvolupament l'entrevista**, la categoria amb una major freqüència correspon a un grau de complexitat baix, mentre que la categoria de menor freqüència correspon a un grau de complexitat elevat. En l'escala de complexitat de la dimensió Probabilitat, en l'entrevista se situen en l'interval del valor més baix possible (PD) al valor més alt possible (PMI). La categoria situada en l'espai de menor complexitat és present en l'entrevista en la proporció més alta amb relació a la resta de categories. La categoria situada en l'espai de major complexitat és present en l'entrevista però amb la menor freqüència amb relació a les altres. **Per tot això, el potencial de desenvolupament de l'entrevista per a la dimensió P en el grup II és moderat-alt.**

Resum tendències unitat didàctica grup II per a la dimensió P	
Presència categories	Moderada
Categories potenciades	FEX: PD FIC: PD FES: PD FAC: PD
Relació Major freqüència / Complexitat	Inversa: Categoria de major freqüència correspon a la categoria de menor complexitat
Relació Menor freqüència / Complexitat	Inversa: la categoria de menor freqüència coincideix amb la de major complexitat de la fase
Interval de categories expressades en l'escala de complexitat de la dimensió	L'interval va del valor més baix possible (PD) al valor més alt possible (PMI), tot i que la tendència majoritària situa l'interval fins a valors moderats (PMA).

*Taula 172: Resum tendències UD grup II, dimensió 5*

En la taula següent es presenta un resum de les tendències identificades per l'entrevista a partir de la informació recollida en les gràfiques anteriors:

Resum tendències entrevista grup II per a la dimensió P	
Presència categories	Alta (100%)
Categories potenciades	PD
Relació Major freqüència / Complexitat	Inversa: Categoria de major freqüència correspon a la categoria de menor complexitat
Relació Menor freqüència / Complexitat	Inversa: la categoria de menor freqüència coincideix amb la de major complexitat
Interval de categories expressades en l'escala de complexitat de la dimensió	L'interval va del valor més baix possible (PD) al valor més alt possible (PMI).

*Taula 173: Resum tendències entrevista grup II, dimensió 5*

Finalment amb relació a **les tendències** identificades:

- La unitat didàctica del grup II per a la dimensió P ha permès la **presència** de totes les categories de la dimensió, però aquesta tendència disminueix en les fases i les categories es reparteixen de forma molt heterogènia. La categoria més potenciada ha estat PD. Pel que fa a l'entrevista aquesta també es caracteritza per la presència de totes les categories repartides de forma heterogènia amb predomini del 70% d'una única categoria i la categoria més potenciada en l'entrevista també ha estat PD.

- Pel que fa a la **relació entre la freqüència de les categories i la seva complexitat**, en el cas de la categoria de menor freqüència aquesta relació és inversa ja que la categoria de menor freqüència coincideix amb la de major complexitat. Pel que fa a la categoria de major freqüència és inversa també perquè la categoria de major freqüència correspon a la categoria de menor complexitat. Per a l'entrevista s'observa que la freqüència de les categories manté una relació inversa a la complexitat en les categories.

- Pel que fa l'interval de categories expressades en l'escala de complexitat de la dimensió en la unitat didàctica aquest va dels valors més baixos possibles fins als valors més alts possibles, només en la FEX, ja que la tendència majoritària és a arribar a valors moderats. En l'entrevista l'interval se situa del valor més baix possible al valor més alt possible.

Els resultats del grup II per a la dimensió Probabilitat mostren que el potencial de desenvolupament de les fases de la unitat didàctica parteix d'un potencial moderat-baix en la fase d'exploració, i va disminuint progressivament fins a un potencial baix en la fase d'aplicació. El potencial de desenvolupament de la unitat didàctica és baix mentre que per a l'entrevista és moderat-alt.

La quantitat de categories presents és moderada en la unitat didàctica i alta en l'entrevista. En l'escala de complexitat de la dimensió Probabilitat en la unitat didàctica, l'interval de valors de les categories va del valor més baix possible (PD) fins a valors moderats (PMA). Mentre que en l'entrevista l'interval va del valor més baix possible (PD) al valor més alt possible (PMI).

La relació entre la freqüència i la complexitat en les categories la relació és inversa tant per a la categoria de major freqüència com per a la categoria amb menor freqüència. Aquesta tendència és la mateixa per a la unitat didàctica com per a l'entrevista.

Finalment, la categoria més potenciada ha estat tant en la unitat didàctica com en l'entrevista la categoria Probabilitat Determinista.

### VI.3.2.6. Pregunta 2.2.1.2: Com és el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica en el grup II?

A continuació es respon la pregunta 2.2.1.2. que sintetitza les característiques dels valors del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup II per al conjunt de les dimensions. La següent figura situa la pregunta amb relació als objectius de la recerca:

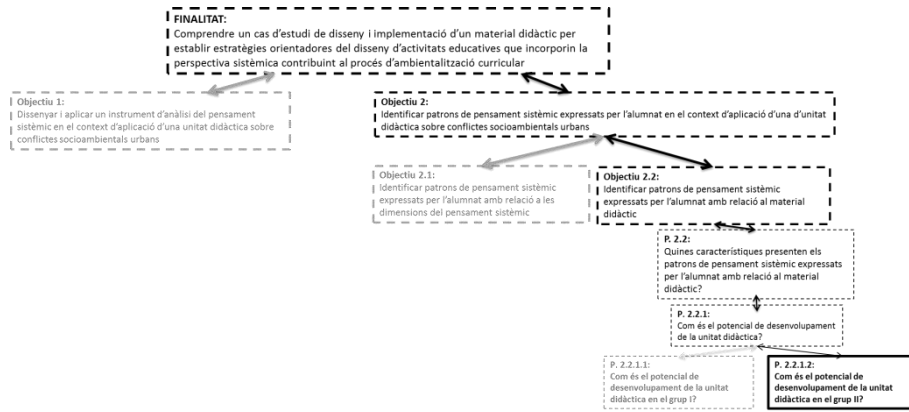


Figura 133: Pregunta de recerca 2.2.1.2. en l'esquema d'objectius de la recerca

En la següent taula es presenta un resum dels valors del potencial de desenvolupament de les fases de la unitat didàctica del grup II:

GRUP II	
Nivell escalar	<p>baix ← <math>FES_{NE\_G2}</math> <math>FEX_{NE\_G2}</math> <math>FIC_{NE\_G2}</math> <math>FAC_{NE\_G2}</math> → alt</p> <p>Baix Baix Mod-baix Moderat Mod-alt Alt Alt</p>
Obertura del sistema	<p>baix ← <math>FES_{OS\_G2}</math> <math>FEX_{OS\_G2}</math> <math>FIC_{OS\_G2}</math> <math>FAC_{OS\_G2}</math> → alt</p> <p>Baix Baix Mod-baix Moderat Mod-alt Alt Alt</p>
Patró d'interacció	<p><math>FES_{PI\_G2}</math> <math>FAC_{PI\_G2}</math></p> <p>baix ← <math>FIC_{PI\_G2}</math> <math>FEX_{PI\_G2}</math> → alt</p> <p>Baix Baix Mod-baix Moderat Mod-alt Alt Alt</p>
Flux d'agents	<p><math>FIC_{FA\_G2}</math></p> <p>baix ← <math>FAC_{FA\_G2}</math> <math>FEX_{FA\_G2}</math> <math>FES_{FA\_G2}</math> → alt</p> <p>Baix Baix Mod-baix Moderat Mod-alt Alt Alt</p>
Probabilitat	<p><math>FIC_{GP\_G2}</math></p> <p>baix ← <math>FAC_{GP\_G2}</math> <math>FEX_{GP\_G2}</math> <math>FES_{GP\_G2}</math> → alt</p> <p>Baix Baix Mod-baix Moderat Mod-alt Alt Alt</p>

Taula 174: Resum dels valors del potencial de desenvolupament de les fases de la unitat didàctica del grup II

En la següent figura es mostren els potencials de desenvolupament obtinguts per la unitat didàctica del grup II:



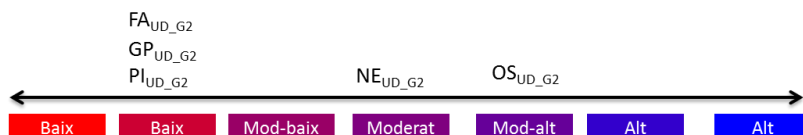


Figura 134: Valors del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup II

En la següent figura es mostren els potencials de desenvolupament obtinguts per l'entrevista el grup II:

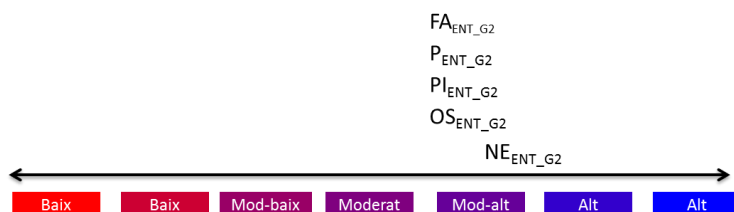


Figura 135: Valors del potencial de desenvolupament de l'entrevista del grup II

Els potencials de desenvolupament de les fases de la unitat didàctica del grup II per a les dimensions se situen en valors entre el baix i l'alt, i s'observen dues tendències: per a les dimensions NE i OS els valors dels potencials se situen en l'interval que va del moderat a l'alt, mentre que per a les dimensions PI, FA, P els valors dels potencials se situen en l'interval que va del moderat al baix. Les fases amb un major potencial per a desenvolupar les dimensions són la FEX per a les dimensions PI, FA, P, i la FAC per a les dimensions NE i OS. La fase que mostra potencials menors és la FES en les dimensions NE, OS, PI, P i la FAC en la dimensió FA.

Els potencials de desenvolupament de la unitat didàctica del grup II per a les dimensions se situen en l'interval que va del baix al moderat-alt. El major potencial de desenvolupament és per a la dimensió Obertura del Sistema a continuació, un potencial moderat per a la dimensió NE. La resta de potencials per a les dimensions FA, P i PI se situen en el baix.

Els potencials de desenvolupament de l'entrevista del grup II presenten una tendència diferenciada respecta a la unitat didàctica. Els valors se situen en l'interval que va del moderat-alt a l'alt, essent la dimensió NE la que obté un major valor que se situa entre el moderat-alt i l'alt.

Pel que fa a la quantitat de categories presents en la unitat didàctica del grup II en la majoria de dimensions és moderada, és a dir, uns dos terços de les categories de la dimensió tenen presència en la unitat didàctica. En les dimensions OS, FA i P hi són presents totes les categories. La tendència per a l'entrevista és pràcticament la mateixa: en la dimensió NE i PI hi ha presència de la majoria de categoria, en les dimensions OS, FA, P hi ha totes les categories.

En la relació entre la freqüència i la complexitat en les categories s'observen dues tendències: o bé la relació és inversa, és a dir, la major freqüència correspon a categories de menor complexitat i la menor freqüència correspon a categories de major complexitat. O bé no es pot establir una relació entre la freqüència i la complexitat en les categories. En la unitat didàctica s'observa la primera tendència per a totes les dimensions. En l'entrevista s'observa la primera tendència per a les dimensions FA, P, i la segona tendència per a les dimensions OS i PI. Per a la dimensió NE en el

cas de la categoria de major freqüència s'observa una relació directa amb la complexitat en les categories ja que a major freqüència major complexitat.

Pel que fa a l'interval de categories expressades en l'escala de complexitat de les dimensions s'observa una tendència generalitzada: l'interval fa del valor més baix possible fins al valor més alt possible en totes les dimensions en la unitat didàctica. En l'entrevista se segueix aquesta tendència excepte per a la dimensió NE que l'interval és més reduït i va d'un valor moderat a un valor alt.

Finalment, una mirada global als resultats del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup II i de l'entrevista del grup II permet afirmar que,

Els potencials de desenvolupament de les fases de la unitat didàctica del grup II per a les dimensions del pensament sistèmic se situen en valors entre el baix i l'alt, i els potencials de desenvolupament de la unitat didàctica se situen entre el baix i el moderat-alt. Per a l'entrevista els potencials se situen entre el moderat-alt i l'alt.

Amb relació a la presència de categories, totes les dimensions han expressat la majoria de les seves categories tant en la unitat didàctica com en l'entrevista i en tres dimensions (Obertura del Sistema, Flux d'Agents i Probabilitat) hi ha hagut l'expressió de totes les categories.

Pel que fa a la relació entre la freqüència de les categories i la seva complexitat en la unitat didàctica existeix una tendència majoritària que consisteix en una relació inversa, és a dir, a major complexitat de la categoria menor és la seva freqüència i viceversa. En l'entrevista s'observen més en funció de la dimensió: la relació és inversa, directa o no es pot establir.

Pel que fa a l'interval de categories expressades en l'escala de complexitat de la dimensió aquest se situa entre el valor més baix possible i el valor més alt possible tant en la unitat didàctica com en l'entrevista.

### VI.3.3. Pregunta 2.2.1: Com és el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica?

En aquest apartat es recullen les tendències identificades per a les unitat didàctiques dels dos grups. Es destaquen aquells aspectes en comú i aquells aspectes diferenciadors de les dues unitats didàctiques. La següent figura situa la pregunta 2.2.1. amb relació als objectius de la recerca:

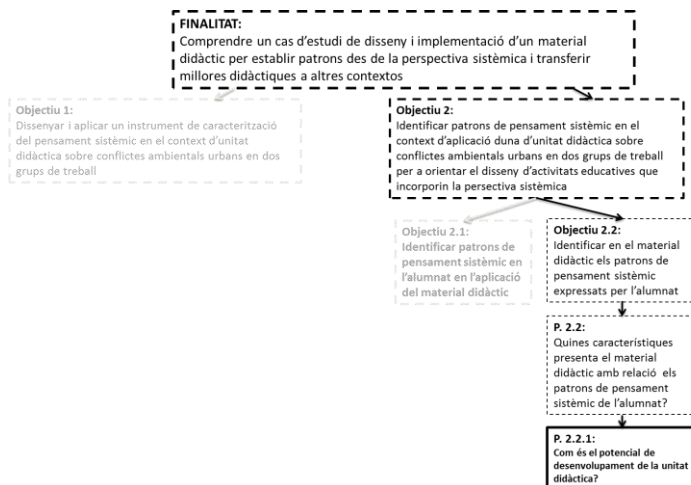


Figura 136: Pregunta de recerca 2.2.1. en l'esquema d'objectius de la recerca

En la següent taula es presenta un resum del potencial de desenvolupament de les fases de les unitats didàctiques dels dos grups:

	GRUP I	GRUP II
Nivell escalar		
Obertura del sistema		
Patró d'interacció		
Flux d'agents		
Probabilitat		

Taula 175: Valors dels potencials de desenvolupament de les fases dels grups I i II

En la següent figura es mostren els potencials de desenvolupament de les unitats didàctiques dels dos grups:

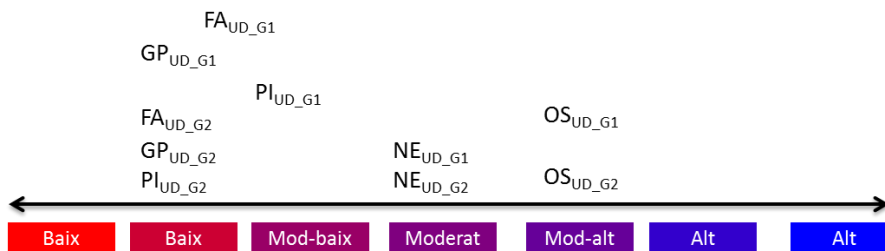


Figura 137: Valors del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup I i II

En la següent figura es mostren els potencials de desenvolupament de l'entrevista dels dos grups:

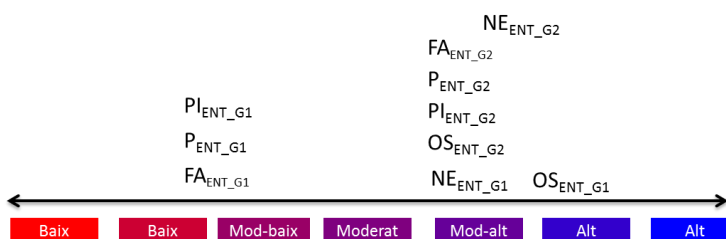


Figura 138: Valors del potencial de desenvolupament de l'entrevista del grup I i II

A continuació es presenten els resultats que es deriven de creuar les característiques de les unitats didàctiques i l'entrevista de cada grup per cada dimensió. Els resultats es presenten en funció dels següents paràmetres:

### Tendències amb relació al potencial de desenvolupament de la unitat didàctica

Els valors obtinguts del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica permet establir dues tendències diferenciades en funció de les dimensions. Les dimensions NE i OS obtenen els majors valors del potencial de desenvolupament en un interval que va del moderat al moderat-alt. Les dimensions PI, FA, P obtenen valors més baixos en un interval que va del baix al moderat-baix.

En l'entrevista en canvi la tendència es fa més difusa i els valors dels potencials de desenvolupament tendeixen a agrupar-se. Tot i així els resultats de l'entrevista del grup I sí que segueixen el patró identificat en la unitat didàctica.

### Tendències amb relació al potencial de desenvolupament de les fases

Els valors obtinguts del potencial de desenvolupament de les fases permet establir també dues tendències en funció de la dimensió. Per a les dimensions NE i OS els valors se situen en l'interval que va del moderat a l'alt, mentre que per a les dimensions PI, FA, P se situen en l'interval que va del moderat al baix.

Els resultats per a les fases amb un major potencial per a les dimensions del pensament sistemàtic permeten observar dues tendències diferenciades en funció del grup. En el grup I aquestes són la fase d'estructuració i d'aplicació, mentre que en el grup II és la fase d'exploració.

Els resultats per a les fases amb un menor potencial per a les dimensions del pensament sistèmic permeten observar dues tendències diferenciades en funció del grup. En el grup I aquestes és la fase d'exploració mentre que en el grup II és la fase d'estructuració.

### Tendències amb relació a la presència de categories

Els resultats de presència de categories permeten identificar tendències diferenciades segons la dimensió. Així, per a les dimensions OS, FA i P hi ha presència de totes les seves categories en la unitat didàctica i en l'entrevista. Mentre que per a les dimensions NE i PI hi ha presència de la majoria de les seves categories.

Els resultats amb relació a l'escala de complexitat de cada dimensió permeten afirmar que les categories se situen en un interval diferenciats en funció de la dimensió i de si es troben en la unitat didàctica o en l'entrevista, tal i com es mostra en la següent figura:

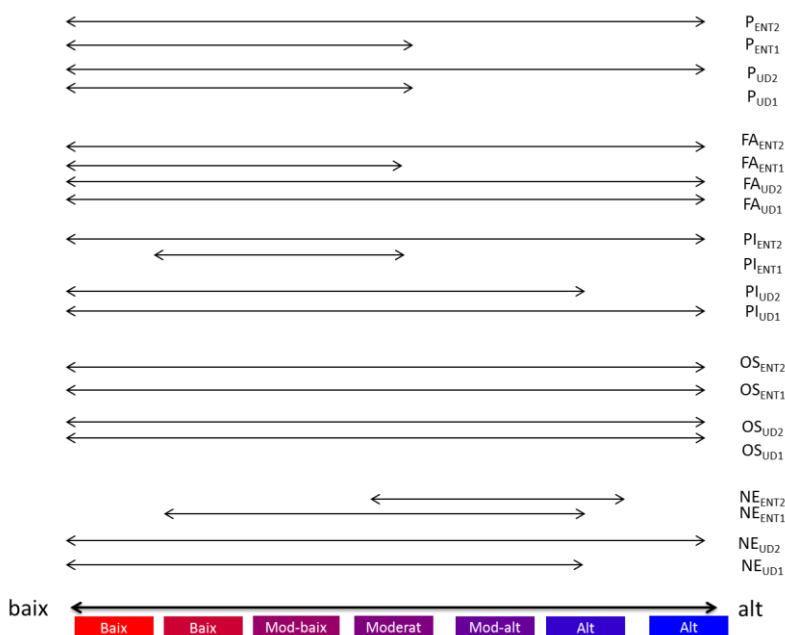


Figura 139: Interval del valors de complexitat en les categories presents en la UD i en l'entrevista

A partir de la figura s'identifiquen diverses tendències:

En la unitat didàctica les dimensions OS i FA l'interval de valors va del més baix possible al valor més alt possible. Les dimensions NE, PI i P en canvi l'interval és més reduït i va del valor més baix possible fins a valors alts o moderats, respectivament.

En l'entrevista la dimensió OS és l'única l'interval de la qual va del més baix possible al valor més alt possible. La dimensió NE en canvi, és la que presenta un interval més reduït. Les dimensions PI, FA i P presenten patrons molt diferenciats segons el grup compartint una part de l'interval que va dels valors més baixos fins a valors moderats.

### Tendències amb relació a la freqüència de les categories

La relació entre la freqüència de les categories i l'escala de complexitat d'aquestes permet identificar fins a tres tipologies de tendències:

- La relació és inversa: a major freqüència, menor complexitat i viceversa.
- La relació és directa: a major freqüència, major complexitat i viceversa.
- No es pot establir una relació entre la freqüència i la complexitat en les categories.

Els resultats permeten afirmar que la tendència majoritària és la relació inversa, tant en la unitat didàctica com en l'entrevista. D'altra banda, la tercera tendència es fa molt notable en l'entrevista del grup II.

Finalment, a la tendència majoritària val la pena destacar que les dimensions NE i PI són les úniques on aquesta tendència esdevé directa en algunes ocasions molt concretes. La relació directa entre la freqüència i la complexitat en les categories és la tendència minoritària.

En observar els valors més elevats de freqüència de les categories que se situen en els extrems de l'escala de complexitat de cada dimensió els resultats permeten identificar tendències majoritàries. Així, les categories situades en l'extrem de major complexitat del gradient de les dimensions se situen en les fases d'exploració i d'aplicació dels continguts. D'altra banda, les categories situades en l'extrem de menor complexitat del gradient de les dimensions se situen també en la fases d'exploració i en la d'estructuració.

Finalment en observar els valors més elevats de freqüència de totes les categories presents en la unitat didàctica els resultats permeten identificar tendències en funció de la dimensió. Així, per a la dimensió NE les categories amb major freqüència se situen en la part moderada i alta del gradient de complexitat, per a la dimensió OS les categories amb major freqüència se situen en la part moderada del gradient de complexitat, i per a les dimensions PI, FA, i P les categories amb major freqüència se situen en la part baixa del gradient de complexitat. Pel que fa a l'entrevista el patró és el mateix que per a la unitat didàctica amb l'única diferència que per a la dimensió NE les categories amb major freqüència se situen en la part alta del gradient de complexitat

### VI.3.4. Pregunta 2.2: Quines característiques presenten els patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat amb relació al material didàctic?

En aquest apartat es caracteritzen els patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat amb relació al material didàctic i correspon a la pregunta de recerca 2.2., tal i com es mostra en la següent figura:

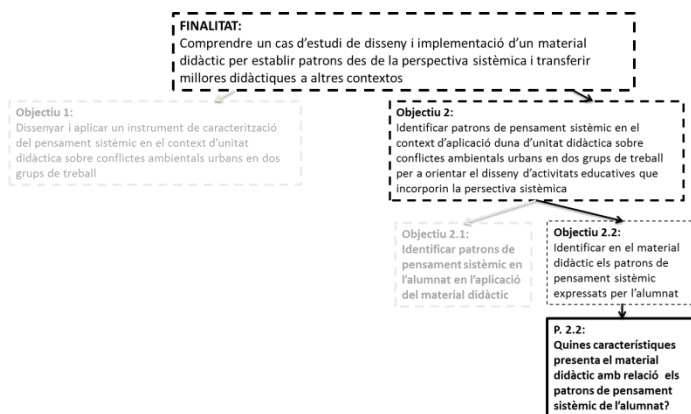


Figura 140: Pregunta de recerca 2.2. en l'esquema d'objectius de la recerca

La resposta s'ha estructurat en funció de quatre aspectes, del més concret al més global:

- La caracterització de les activitats segons la seva significativitat en l'alumnat
- La caracterització de les fases de la unitat didàctica segons la seva significativitat en l'alumnat
- La caracterització de la unitat didàctica segons la seva significativitat en l'alumnat
- La caracterització de l'entrevista segons la seva significativitat en l'alumnat

#### La caracterització de les activitats segons la seva significativitat en l'alumnat

La resposta a aquesta pregunta permet identificar aquelles característiques de les activitats amb relació a als patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat. En primer lloc es presenten els resultats referents a aquelles activitats que més han potenciat l'expressió dels components del pensament sistèmic i les seves característiques. Seguidament es presenten les activitats que han tingut el comportament contrari, és a dir, que són significatives perquè no han potenciat els components del pensament sistèmic.

La identificació de les activitats potenciadores del pensament sistèmic s'ha fet a partir dels següents paràmetres:

- Quantitat de categories presents en una activitat
- Freqüència de la categoria de major complexitat
- Freqüència de la categoria de menor complexitat
- Categoria predominant en l'activitat



- Distribució grau complexitat
- Coincideix amb activitat on es concentren les categories?

A més d'aquests paràmetres també s'han tingut en compte els següents criteris a l'hora de determinar si una activitat és potenciadora o no:

- Elevada diversitat de categories presents en comparació amb les altres activitats de la mateixa fase
- Freqüència elevada de la categoria de major complexitat en comparació amb les altres activitats de la mateixa fase
- Freqüència baixa de la categoria de menor complexitat en comparació amb les altres activitats de la mateixa fase.

Es poden consultar les taules amb l'anàlisi completa en els annexos.

En primer lloc cal destacar que després de l'anàlisi les activitats que han mostrat més potencial per desenvolupar el pensament sistèmic són les mateixes en els dos grups i per a la majoria de dimensions, de manera que es pot afirmar amb rotunditat que són les que més han potenciat l'expressió dels components del pensament sistèmic. L'anàlisi feta per identificar les activitats potenciadores del pensament sistèmic, ha permès a la vegada observar que algunes activitats es presenten com a no potenciadores del pensament sistèmic, és a dir activitats que es caracteritzen per una baixa diversitat de categories presents i la poca complexitat d'aquestes. De les onze activitats analitzades en total, se n'han identificat cinc com a potenciadores i dues com a no potenciadores. En la taula a continuació se'n fa una descripció

Activitats potenciadores del pensament sistèmic			
Fase de la unitat didàctica	Activitat	Descripció de l'activitat	Característiques destacades
Exploració	4	En aquesta activitat primer es demana a l'alumnat que escrigui paraules que associen espontàniament al seu vector. En segon lloc, es demana a l'alumnat que esculli d'entre totes les paraules aquelles que relacionaria amb el seu vector, per tal de motivar la relació entre els diferents vectors. El context d'aquesta activitat permet que l'alumnat en primer lloc expressi les seves idees prèvies més espontànies amb relació al seu vector. I en segon lloc una tasca més formal de justificació d'una elecció.	Els resultats permeten afirmar que aquesta és una de les activitats on hi ha més diversitat de categories amb relació a les altres de la fase. A més, destaca especialment que en algunes ocasions, la categoria de major complexitat d'una dimensió només apareix en aquesta activitat. És el cas de les dimensions OS, FA, NE del grup II. I per a les dimensions PI i NE en aquesta activitat hi ha la categoria de major complexitat present de les de tota la fase, tot i que no és la de major complexitat possible.
Introducció de continguts	11	Es demana a l'alumnat que defineixi el seu vector ambiental mitjançant un mapa conceptual introduint els continguts treballats en l'activitat anterior, fent especial èmfasi en identificar els components que intervenen en la definició, quins processos intervenen en el seu vector, els efectes i quines accions humanes podrien modificar-los. L'elaboració del mapa conceptual fent èmfasi en aquests aspectes (components, processos, efectes i accions per modificar-les) és a l'hora una oportunitat per estructurar però sobretot per introduir el model complex amb el qual s'ha conceptualitzat cada vector.	L'activitat destaca per tenir el major nombre de categories presents de les dimensions amb relació a la resta d'activitats de la mateixa fase, tot i que en poques ocasions hi ha presència de totes les categories. En algunes ocasions també destaca per la complexitat en les categories presents.
Estructuració	21	L'activitat té per objectiu relacionar accions i escenaris quotidians amb el propi vector, utilitzant els continguts treballats en les sessions anteriors. Concretament es proposen accions o escenaris que directament o indirectament tenen a veure amb el seu vector i l'alumnat ha de justificar quina és aquesta relació i com es desenvolupa.	Destaca de l'activitat l'elevat nombre de categories presents amb relació a l'altra activitat de la mateixa fase. En la majoria de casos no destaca en canvi, per la complexitat d'aquestes. Per tant és una activitat que genera diverses tipologies de respostes, ja que la diversitat de categories presents és elevada.
Aplicació dels continguts	24	Aquesta activitat demanda a l'alumnat formalitzar les propostes de millora de la qualitat ambiental del seu municipi seguint l'estructura adaptada dels plans d'acció local de les agendes 21 municipals. És una activitat en grup on cada membre representa un dels vectors ambientals amb la finalitat que les propostes integrin els diversos vectors. L'alumnat construeix la seva proposta d'acció a partir d'uns objectius concrets i se serveix de les actuacions com a eines per executar els objectius. Han de justificar la relació entre les actuacions i els objectius i argumentar la seva proposta, tenint en compte els arguments a favor i en contra de la seva proposta.	Aquesta activitat destaca, tant per la quantitat de categories presents com per la seva complexitat, o bé per la poca presència de categories de baixa complexitat. Tot i així, les tres activitats de la fase d'aplicació presenten força diversitat de categories en comparació amb la resta d'activitats.

	25	L'activitat té per objectiu la representació mitjançant la pintada d'un graffiti del Pla d'Acció Local elaborat en l'activitat anterior. Al llarg de la unitat didàctica s'han anat treballant diferents aspectes que cal tenir en compte a l'hora de pintar un graffiti i és en aquesta part final que l'alumnat ho aplica. En aquesta activitat l'alumnat pinta en un graffiti la proposta confeccionada en l'activitat 24. Posteriorment han de presentar la seva proposta oralment davant el grup classe i el professorat.	Aquesta activitat destaca especialment per tenir freqüències més elevades de les categories de major complexitat amb relació a les altres activitats de la mateixa fase.
<b>Activitats no potenciadores del pensament sistèmic</b>			
Exploració	2	L'activitat té per objectiu explorar les idees prèvies de l'alumnat vinculades a la seva relació amb el seu municipi. Aquesta activitat es duu a terme després d'introduir l'eix artístic de la unitat didàctica: el graffiti, on es presentava a l'alumnat un conjunt de graffiti presentats en una exposició en un museu. Es demanava a l'alumnat escollir un d'aquests graffiti de la mostra i utilitzar-lo com a context per a descriure el seu municipi. En aquest cas, a diferència de l'activitat 4, no s'orientava la justificació ni la descripció del municipi. I encara no s'havien introduït els vectors	. L'activitat es considera inhibidora ja que hi destaca la poca diversitat de categories presents i la baixa complexitat d'aquestes.
Estructuració	20	L'activitat té per objectiu identificar accions quotidianes i relacionar-les amb el propi vector ambiental utilitzant els continguts treballats en les sessions anteriors Aquesta activitat també pretén connectar el coneixement formal amb les activitats quotidianes del dia a dia. Es proposa a l'alumnat que relacioni dues activitats que ells facin cada dia amb el seu vector ambiental, amb la idea de visualitzar aquest vector en la quotidianitat.	Destaca per la poca diversitat de categories presents i la baixa complexitat d'aquestes.

Taula 176: *Activitats potenciadores i no potenciadores del pensament sistèmic*

A partir de les característiques d'aquestes activitats es poden identificar un conjunt de característiques que reuneix l'activitat potenciadora del pensament sistèmic:

L'activitat està relacionada amb la quotidianitat de l'alumnat, parteix de les seves idees i les demandes que es realitzen en l'activitat estan contextualitzades. L'expressió del pensament quotidià que parteix de la realitat de les vivències de l'alumnat és un context òptim per a l'ús dels components més complexos del pensament sistèmic, sempre i quan aquesta expressió no sigui en el buit sinó **contextualitzada i amb relació al fenomen de treball** (Activitat 4) . Ja que l'expressió del pensament quotidià sense un referent no afavoreix l'ús dels components del pensament sistèmic (Activitat 2). Així doncs, quan s'orienta i contextualitza la tasca, s'obtenen major diversitat de respostes i més complexes (Activitats 4, 11, 24). Així, en les activitats no potenciadores s'observa que l'activitat és massa oberta, no dona prou elements contextualitzadors per esdevenir significativa, en aquest cas l'alumnat relaciona les activitats amb el vector però no les justifica utilitat els continguts.

L'activitat es fa en grup. El **treball en grup** afavoreix l'ús dels components del PS (Activitats 24, 25). En canvi, les activitats menys potenciadores són activitats individuals.

L'alumnat expressa les seves propostes a partir de **diversitat de llenguatges**. L'eix artístic com a vehicle d'expressió de les propostes d'acció en el medi ha estat un context afavoridor de l'ús dels components del pensament sistèmic més complexos (Activitat 25).

L'activitat demanda **relacionar els continguts treballats amb accions**. El fet de connectar el coneixement introduït en la unitat didàctica amb l'acció ha estat un context afavoridor de l'ús dels components del pensament sistèmic (Activitat 24). En canvi, en les activitats no potenciadores, L'activitat demana utilitzar continguts del model introduït però no en relació a accions o algun altre element.

Són activitats on el **coneixement o les experiències quotidianes** són rellevants. A l'hora de connectar el coneixement introduït en la unitat didàctica amb accions quotidianes proposades s'observen diversitat de respostes (Activitat 21). Però quan es demana a l'alumnat identificar una acció quotidiana pròpia i vincular-la al fenomen de treball o bé es demana relacionar algun element nou o extern a realitat quotidiana es fa difícil l'ús de components del pensament sistèmic (Activitat 20).

### **La caracterització de les fases de la unitat didàctica segons la seva significativitat en l'alumnat**

Per respondre aquesta pregunta es tenen en compte els valors del potencial de desenvolupament de les fases de la unitat didàctica per a cada dimensió i s'estructura en tres aspectes:

- En primer lloc els valors permeten identificar quines fases presenten els valors més elevats i quines els valors més baixos, d'aquesta manera es poden abstrure les característiques de les fases amb relació als patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat.
- En segon lloc els valors se situen cronològicament al llarg de la unitat didàctica i així es poden observar les tendències de forma dinàmica.
- Finalment una ullada a les categories que més potencia cada fase de cada dimensió permet identificar els patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat en el material didàctic.

En la taula següent es mostren les fases de la unitat didàctica que presenten el valor més alt del potencial de desenvolupament per a cadascuna de les dimensions del pensament sistèmic.

Dimensió	Grup I	Grup II
Nivell Escalar	Fase d'aplicació	Fase d'aplicació
Obertura del sistema	Fase d'introducció Fase d'estructuració Fase d'aplicació	Fase d'aplicació
Patró d'interacció	Fase d'aplicació	Fase d'exploració
Flux d'Agents	Fase d'estructuració	Fase d'exploració
Probabilitat	Fase d'introducció Fase d'estructuració Fase d'aplicació	Fase d'exploració

Taula 177: Fases de la unitat didàctica amb majors potencials per a cada dimensió del PS

Els resultats permeten afirmar que les fases d'exploració i d'aplicació dels continguts són les que més vegades obtenen el valor més alt de potencial de desenvolupament amb relació a la resta de fases. Tot i això es poden observar dues tendències generalitzades: aquelles dimensions que segueixen la tendència majoritària (Nivell Escalar, Patró d'interacció i Flux d'Agents.) i aquelles per les quals són diverses les fases amb majors valors (OS, P).

Així per a les dimensions que obtenen els majors potencials majoritàriament en les fases d'exploració i/o aplicació, obtenen els seus valors més complexos en les fases relacionades amb activitats vinculades a la quotidianitat i a activitats que especialment parteixen de les idees de l'alumnat. En un cas de les idees prèvies a treballar els continguts i de l'altre de les idees després de treballar-los on l'alumnat proposa nous escenaris d'aplicació. El fet que sigui la FAC la que obté major valor permet afirmar que els continguts treballats en la unitat didàctica s'han incorporat i que finalment s'han expressat en l'aplicació. Això resulta significatiu en la mesura que la fase d'estructuració també presenta potencials elevats en dues ocasions. En els casos on la fase d'exploració és la que obté major valor permet afirmar que en aquest cas els components més complexos del pensament sistèmic s'han utilitzat en l'expressió inicial de les idees, i que aquests s'han perdut al llarg de la unitat didàctica.

Per a les dimensions que obtenen els majoris potencials en diverses fases, incloent la fase d'introducció dels continguts. Són dimensions es podria dir en les que la introducció dels continguts del model es pot visualitzar al llarg de la unitat didàctica i per tant que l'alumnat és capaç d'estructurar els continguts treballats i això es veu reflectit finalment en l'aplicació. Les dimensions que obtenen els majors potencials en la introducció també els obtenen en l'aplicació. Es tracta de les dimensions Obertura del Sistema i Probabilitat.

En la taula següent es mostren les fases de la unitat didàctica que presenten el valor més baix del potencial de desenvolupament per a cadascuna de les dimensions del pensament sistèmic.

Dimensió	Grup I	Grup II
Nivell Escalar	Fase d'estructuració	Fase d'estructuració
Obertura del sistema	Fase d'exploració	Fase d'estructuració
Patró d'interacció	Fase d'exploració Fase d'introducció	Fase d'estructuració Fase d'aplicació
Flux d'Agents	Fase d'exploració	Fase d'aplicació
Probabilitat	Fase d'exploració	Fase d'estructuració Fase d'aplicació

Taula 178: Fases de la unitat didàctica amb menors potencials per a cada dimensió del PS

Els resultats mostren una diversitat de tendències segons la dimensió:

Algunes de les dimensions que obtenien la fase d'aplicació com a més afavoridora del desenvolupament del pensament sistemàtic mostren la fase d'exploració com a menys afavoridora del desenvolupament del pensament sistemàtic (PI, P). En aquest cas les idees més elaborades són expressades al final de la unitat didàctica mentre que les idees menys elaborades són expressades a l'inici.

Algunes de les dimensions que obtenien la fase d'aplicació com a més afavoridora del desenvolupament del pensament sistemàtic mostren la fase d'estructuració com a menys afavoridora del desenvolupament del pensament sistemàtic (NE, OS). En aquest cas els resultats aparentment són contradictoris ja que si bé les idees més elaborades apareixen al final de la unitat didàctica, les menys elaborades apareixen en la fase l'objectiu de la qual és estructurar els nous continguts per incorporar-los al model propi. Els resultats indicarien que això no ocorre tot i que en finalitzar la unitat didàctica s'observin les idees més elaborades.

Les dimensions que obtenien la fase d'exploració com a més afavoridora mostren la fase d'estructuració o la d'aplicació com a menys afavoridora (PI, FA, P). En aquest cas es pot afirmar que les idees expressades en l'inici de la unitat didàctica utilitzant components complexos del pensament sistemàtic es perden al llarg de la instrucció o l'alumnat no és capaç de reformular-les utilitzant els nous continguts.

En la taula següent es mostra un resum de les fases de la unitat didàctica amb majors i menors potencials :

	Grup I	Grup II
Major Potencial de desenvolupament	Aplicació de continguts	Exploració
Menor Potencial de desenvolupament	Exploració	Estructuració

*Taula 179: Fases de la unitat didàctica amb majors i menors potencials*

La taula s'ha construït tenint en compte per a cada dimensió aquella fase que ha obtingut el major potencial de desenvolupament i aquella que ha obtingut el menor potencial de desenvolupament, per tant s'obté la fase que més vegades obté el major potencial de desenvolupament en conjunt i la fase que més vegades obté el menor potencial de desenvolupament.

Els resultats permeten afirmar que **les fases d'exploració i d'aplicació es mostren amb major potencial per a desenvolupar les dimensions del pensament sistemàtic**. Aquestes dues fases tenen en comú la quotidianitat i el paper de l'alumnat en l'elaboració de les activitats. És a dir, en l'exploració es parteix de les idees prèvies de l'alumnat i en l'aplicació l'alumnat utilitza les seves noves idees després d'haver fet la unitat didàctica per a dur a terme propostes d'acció concretes. D'altra banda, **les fases d'estructuració i d'exploració es mostren amb menor potencial per a desenvolupa les dimensions del pensament sistemàtic**. Així, en un cas les activitats que requereixen connectar el pensament sistemàtic amb el model treballat genera poca complexitat, mentre que per en l'altre cas la poca complexitat es fa més present quan es demana d'expressar les pròpies idees prèviament a treballar el model.

A continuació es presenta un conjunt de diagrames que mostren com evoluciona el potencial de desenvolupament de les fases al llarg de la unitat didàctica per a cada dimensió. En primer lloc es presenten els diagrames per al grup I i seguidament per al grup II:

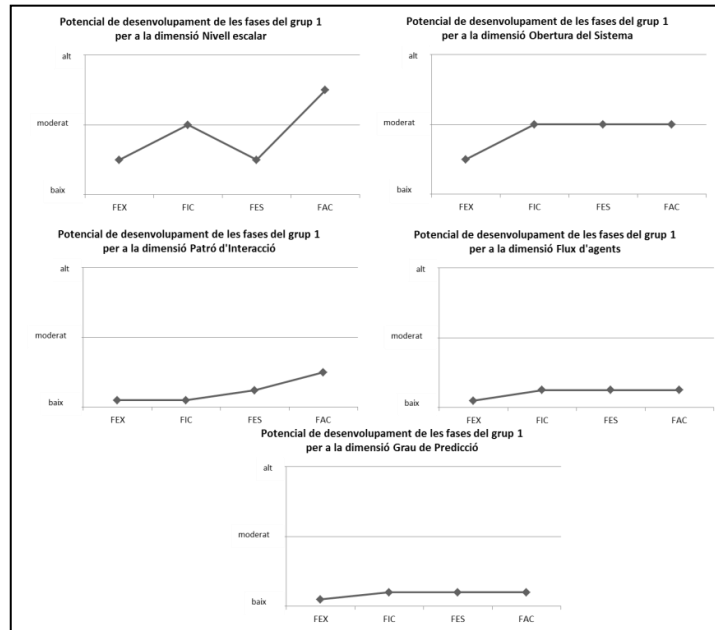


Figura 141: Resum diagrames potencials de desenvolupament de les fases de la unitat didàctica del grup I

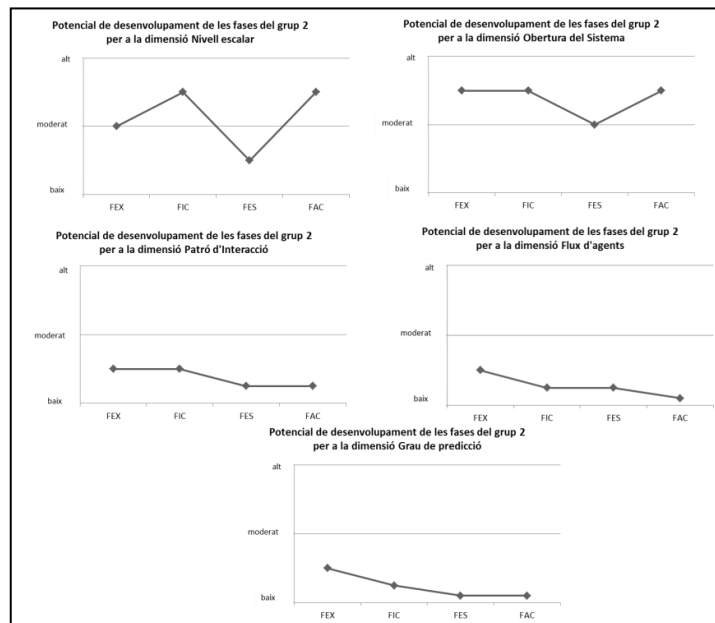


Figura 142: Resum diagrames potencials de desenvolupament de les fases de la unitat didàctica del grup II

Pel que fa a les dimensions els resultats permeten observar una tendència majoritària: per a les dimensions NE i OS els valors són superiors als de les dimensions PI, FA, P.

Pel que fa al canvi d'aquests valors al llarg de la unitat didàctica s'observen dues tendències segons quin sigui el focus:

Amb relació als grups s'observa un augment del valor del potencial a mesura que s'avança en la unitat didàctica del grup I. Per tant es podria afirmar que per a l'alumnat d'aquest grup els continguts introduïts sí que han estat significatius ja que en totes les dimensions el potencial de desenvolupament de la fase d'aplicació és superior al de l'exploració. En canvi, per al grup II s'observa una davallada del valor del potencial a mesura que s'avança en la unitat didàctica, amb potencials especialment baixos en la fase d'estructuració. Per tant es podria afirmar que en l'alumnat d'aquest grup el procés d'introducció dels continguts no obté els resultats esperats, ja que la complexitat tendeix a disminuir. El fet de trobar els majors Pd en l'exploració i els menors en la introducció i l'estructuració permeten afirmar que la formalització del pensament ha fet disminuir la complexitat dels components del PS utilitzats.

Amb relació a les dimensions, NE i OS presenten canvis bruscos dels valors en funció de la fase, presentant davallades importants en la fase d'estructuració però amb els valors més alts en la fase d'aplicació. Les dimensions PI, FA, P en canvi, presenten valors progressius creixents o decreixents en funció del grup.

En les taules següents es mostren les categories que més ha potenciat cada fase. Aquest valor correspon a la categoria o categories amb la freqüència més alta en cada fase de la unitat didàctica per dimensió, independentment del potencial de desenvolupament que tingui la fase per aquella dimensió. Cada categoria s'ha pintat segons el lloc que ocupa en l'escala de complexitat de la dimensió, essent vermell baixa complexitat, lila complexitat moderada i blau complexitat alta.

GRUP I	FEX		FIC		FES	FAC
NE	meso-macro		micro2-meso	micro2-meso-macro	meso-macro	micro-meso2-macro
OS	Sistema Tancat	Sistema Obert 2	Sistema Obert 1		Sistema Obert	Sistema Obert
PI	Interacció linear simple		Interacció linear múltiple divergent		Interacció linear simple	Interacció linear simple
FA	Agents Centrals		Agents Centrals		Agents Centrals	Agents Centrals
P	Probabilitat Determinista		Probabilitat Determinista		Probabilitat Determinista	Probabilitat Determinista

Taula 180: Categories més potenciades en cada fase de la unitat didàctica del grup I

GRUP II	FEX		FIC		FES		FAC
NE	meso-macro	meso2-macro	micro2-meso2-macro		meso-macro	micro-meso-macro	micro-meso-macro
OS	Sistema Obert		Sistema Obert		Sistema Obert 1		Sistema Obert
PI	Interacció linear simple		Interacció linear simple		Interacció linear simple		Interacció linear múltiple convergent
FA	Agents Centrals		Agents Centrals		Agents Centrals		Agents Centrals
P	Probabilitat Determinista		Probabilitat Determinista		Probabilitat Determinista		Probabilitat Determinista

Taula 181: Categories més potenciades en cada fase de la unitat didàctica del grup II



Els resultats permeten afirmar que hi ha dues tendències en funció de la dimensió. Així, les dimensions NE i OS presenten variabilitat en els resultats i en canvi les dimensions PI, FA, P no presenten variabilitat pel que fa a les categories més potenciades al llarg de la unitat didàctica.

A continuació es discuteixen els resultats:

En la dimensió Nivell Escalar és on s'observa major variabilitat. En la FEX es potencien les categories meso-macro i meso2-macro, situades en l'escala de complexitat de la dimensió en un interval de valors de baix i moderada, en la FIC es potencien les categories meso-macro, mi2-me-ma, mi2-m2e-ma, situades en l'escala de complexitat de la dimensió en un interval de valors de baix i alt. En la FES tornen a aparèixer categories situades en un interval de valors baix i alt. En la FAC finalment, només apareixen categories situades en un interval de valors alt (micro-meso2-macro i micro-meso-macro). Així, la complexitat en les categories més potenciades augmenta al llarg de la unitat situant les majors complexitats en la FIC i la FAC. Val la pena destacar que en l'inici es comença fent èmfasi en la relació del sistema amb el seu entorn i a continuació en la introducció ja apareixen com a més significatives categories que relacionen tres nivells escalars i aquestes es mantenen fins al final. La categoria més significativa a l'inici de la unitat didàctica desapareix: s'ha passat de relacions escalars de dos nivells a relacions escalars de tres nivells en finalitzar la unitat. Una mirada en funció del grup permet observar tendències diferenciades: en el grup I en la fase d'introducció apareix com a més significativa una categoria de tres nivells escalars. Els tres nivells escalars es perden en l'estructuració però reapareixen en l'aplicació, destacant que en l'escala de complexitat de la dimensió se situen en valors més alts que la categoria de la fase d'introducció. En el grup II en la fase d'introducció apareix com a més significativa una categoria de tres nivells escalars. Els tres nivells escalars es mantenen en la resta de fases però en l'escala de complexitat de la dimensió se situen en valors més baixos. Per tant, **en l'escala de complexitat de la dimensió, les categories més significatives per l'alumnat passen d'un interval de valors baixos o moderats a valors alts.**

En la dimensió Obertura del Sistema s'observa poca variabilitat. En la FEX és on s'observa major variabilitat amb categories situades en l'interval de complexitat baix (ST) i moderat (SO, ES). En la resta de fases totes se situen en l'interval moderat (SO, SE). El tipus de sistema al qual es refereixen les categories més potenciades es manté al llarg de la unitat didàctica: el sistema és obert, i el que varia és la direccionalitat de la relació del sistema amb l'entorn. Així, al principi de la unitat didàctica l'alumnat concep el sistema com a tancat o modificat pel seu entorn, i a mesura que s'avança en la unitat didàctica, la capacitat del sistema per modificar l'entorn pren rellevància fins que finalment es perd especificitat en la direcció del flux. Per tant, **l'alumnat concep el sistema com a obert abans d'introduir els continguts de la unitat i és una concepció que no es perd al llarg de la unitat didàctica, sinó que es va modificant la naturalesa de la relació entre el sistema i l'entorn.**

Les dimensions PI, FA, P presenten una baixa variabilitat. Per a la dimensió PI la categoria més potenciada ha estat la Interacció Linear Simple, en la dimensió FA ha estat Agents Centrals i en la dimensió P ha estat Probabilitat Determinista. Aquest patró pràcticament no varia, exceptuant per a la dimensió PI on en un grup apareix la categoria Interacció Linear Múltiple Divergent en la fase d'introducció, i en l'altre apareix en la fase d'aplicació la categoria Interacció Linear Múltiple Convergent, de manera que en aquest cas s'ha passat d'un patró linear simple a un patró linear múltiple en finalitzar la unitat didàctica. Davant de la poca variabilitat que s'observa en les categories més

potenciades es pot dir que hi ha certs patrons de pensament sistèmic que estan fortament arrelats en l'alumnat i que són difícils de trencar. Això és molt clar en les dimensions PI, FA, P ja que per aquestes tres dimensions el patró es manté al llarg de la unitat didàctica per ambdós grups: interaccions linears simples protagonitzades per agents centrals amb conseqüències determinades. Per tant, aquest patró està fortament arrelat en l'alumnat. Per tant, **amb relació a la naturalesa de les interaccions que es donen en els processos ambientals l'alumnat presenta patrons fortament arrelats que es mantenen al llarg de la unitat didàctica.**

Com a síntesi es pot afirmar que les dimensions NE i OS presenten des de l'inici de la unitat didàctica com a significatives categories situades en un interval de complexitat moderat i que, o bé mantenen el nivell o bé l'augmenten, mentre que les dimensions PI, FA, P presenten com a significatives categories situades en un interval de complexitat baix al llarg de tota la unitat didàctica.

En qualsevol procés d'ensenyament i aprenentatge que es basa en la modelització s'espera que hi hagi canvis entre l'inici i el final de la unitat, concretament s'esperaria la reformulació dels propis models a partir de la incorporació dels models proposats durant el procés. Tot i això, els resultats permeten afirmar que existeixen alguns aspectes amb relació a les característiques del pensament sistèmic que estan fortament arrelats en l'alumnat i que la unitat didàctica no ha fet canviar: **hi ha poc canvi dels components que per a l'alumnat són més significatius en començar la unitat didàctica i els que ho són en acabar-la.**

A l'inici de la unitat didàctica apareixen categories de complexitat baixa i moderada, que en la fase d'introducció són substituïdes per categories de complexitat alta en algunes dimensions. En la fase d'estructuració però, s'observa una davallada de la complexitat en les categories de més significativitat i es produeix un cert retrocés en aquest aspecte ja que tornen a ser significatives les mateixes categories que en l'exploració. Sorpren però, que en la fase d'aplicació són categories de complexitat alta les més significatives, però de menor complexitat que les observades en la fase d'introducció. Així, les categories d'alta complexitat que apareixen en la FIC com a significatives es perden al llarg de la unitat didàctica. Per tant, **els continguts del model introduït en la unitat didàctica es perden en arribar a les activitats d'estructuració tot i que l'alumnat és capaç d'aplicar-ne una part.** En l'escala de complexitat de les dimensions, la tendència generalitzada -en les dimensions on s'observa variabilitat- és a l'augment en la complexitat en les categories més significatives. En el grup I però, aquest augment és discontinu, ja que en la fase d'estructuració es produeix una davallada del valor de complexitat de la categoria, mentre que en el grup II l'augment és continu i progressiu.

Finalment, els resultats permeten identificar dues tendències en funció del grup.

El grup I presenta els menors potencials de desenvolupament en la fase d'exploració dels continguts i en canvi els majors potencials de desenvolupament en la fase d'aplicació dels continguts, seguint un patró ascendent a mesura que s'avança en la unitat didàctica. Per a l'alumnat d'aquest grup **el context proposat en les activitats de la fase d'aplicació resulta el més significatiu per a expressar-se utilitzant els components més complexos del pensament sistèmic:** proposar actuacions en el medi concretes justificades a partir dels continguts treballats. Per tant, malgrat en la fase d'exploració aquest alumnat no utilitzi els components més complexos, aquests apareixen al final. Això pot ser

degut a dos motius: o bé han incorporat alguns dels continguts proposats, o bé el treball realitzat els ha ajudat a expressar de forma més complexa continguts que ja havien treballat anteriorment.

El grup II presenta els menors potencials de desenvolupament en la fase d'estructuració i en canvi els majors potencials de desenvolupament en la fase d'exploració dels continguts, en un patró descendent de complexitat a mesura que s'avança en la unitat didàctica. Per a aquest grup **el context proposat en les activitats de la fase d'exploració resulta el més significatiu per a expressar-se utilitzant els components més complexos del pensament sistèmic**: partir d'escenaris coneguts i quotidians per expressar les seves idees prèvies amb relació al fenomen d'estudi. Per tant, és un grup on l'expressió del pensament més espontani i quotidià fa emergir els components més complexos del pensament sistèmic, mentre que quan se li demana expressar les idees utilitzant continguts o utilitzant el model treballat aquests components es perden. Això pot ser degut a que o bé no ha incorporat els continguts proposats, o bé el treball realitzat ha tingut un efecte inhibitor en l'expressió dels components més significatius del pensament sistèmic.

### La caracterització de la unitat didàctica segons la seva significativitat en l'alumnat

La caracterització de la unitat didàctica es fa amb l'objectiu d'identificar els de pensament sistèmic expressats per l'alumnat en el material didàctic. Això s'aconsegueix a partir d'analitzar quines han estat les categories de cada dimensió més potenciades per la unitat didàctica, és a dir, les categories amb una major freqüència en el conjunt de la unitat didàctica. En la taula següent es mostren aquestes categories. Cada categoria s'ha pintat segons el lloc que ocupa en l'escala de complexitat de la dimensió, essent vermell baixa complexitat, lila complexitat moderada i blau complexitat alta.

	Grup I	Grup II
Nivell Escalar	Meso-macro	Micro-meso-macro
Obertura del Sistema	Sistema Obert	Sistema Obert
Patró d'interacció	Interacció linear simple	Interacció linear simple
Flux d'Agents	Agents Centrals	Agents Centrals
Probabilitat	Probabilitat Determinista	Probabilitat Determinista

Taula 182: Categories que més ha potenciat la unitat didàctica

Els resultats permeten afirmar l'existència d'un patró clarament definit: en el conjunt les categories més potenciades per la unitat didàctica se situen en un interval de valors baix en l'escala de complexitat de cadascuna de les dimensions.

En concret, per a la dimensió Nivell Escalar les categories més potenciades han estat meso-macro i micro-meso-macro, que en l'escala de complexitat de la dimensió comprenen l'interval que va de valors baixos a valors alts. Per a la dimensió Obertura del Sistema la categoria més potenciada ha estat Sistema Obert, que en l'escala de complexitat de la dimensió correspon a un valor moderat. Per a la dimensió Flux d'Agents la categoria més potenciada ha estat Agents Centrals, que en l'escala de complexitat de la dimensió se situa en un valor baix; per a la dimensió Patró d'Interacció la categoria més potenciada ha estat Interacció linear simple que en l'escala de complexitat de la dimensió se situa

en un valor baix; i per a la dimensió Probabilitat la categoria més potenciada ha estat Probabilitat Determinista, que en l'escala de complexitat de la dimensió se situa en el valor més baix possible.

Així, el patró de pensament sistèmic expressat per l'alumnat en la unitat didàctica es pot definir de la següent manera:

El patró de pensament sistèmic expressat per l'alumnat en la unitat didàctica es caracteritza per un sistema obert i que intercanvi matèria, energia i informació amb l'entorn sense especificar la direccionalitat d'aquest intercanvi. La descripció d'aquestes interaccions que es produeixen entre el sistema i l'entorn en alguns casos inclouen els components estructurants del sistema i en d'altres no. Les interaccions segueixen un patró lineal simple caracteritzades per un flux d'agents centralitzadors. Les conseqüència i/o els efectes d'aquestes interaccions són amb certesa determinades i conegudes.

En la taula següent es mostren les categories de cada dimensió menys potenciades per la unitat didàctica, és a dir, les categories amb una menor freqüència en el conjunt de la unitat didàctica. Cada categoria s'ha pintat segons el lloc que ocupa en l'escala de complexitat de la dimensió, essent vermell baixa complexitat, lila complexitat moderada i blau complexitat alta.

	Grup I	Grup II
Nivell Escalar	micro4-meso micro3-meso-macro micro-meso4-macro micro3-meso4-macro	meso3-macro meso4-macro meso5-macro micro5-meso4-macro
Obertura del sistema	SR	SR
Flux d'Agents	AE	AE
Patró d'interacció	ILS-+, ID-, ID+, IRET, IREC	ILSN, ILS-+, ILS--, IRET, IREC
Probabilitat	PDI	PDI

Taula 183: Categories que menys ha potenciat la unitat didàctica

Els resultats permeten afirmar l'existència de major variabilitat en comparació amb les categories de major freqüència. Tot i això es poden identificar algunes tendències comunes: en el conjunt les categories menys potenciades per la unitat didàctica se situen en un interval de valors entre el moderat i l'alt en l'escala de complexitat de cadascuna de les dimensions.

En concret, per a la dimensió Nivell Escalar les categories menys potenciades han estat micro4-meso, meso3-macro, meso4-macro, meso5-macro, micro3-meso-macro, micro-meso4-macro i micro3-meso4-macro, que en l'escala de complexitat de la dimensió comprenen l'interval que va de valors moderats al valor més alt possible; per a la dimensió Obertura del Sistema la categoria menys potenciada ha estat Sistema Obert Recíproc, que en l'escala de complexitat de la dimensió correspon al valor més alt possible. Per a la dimensió Flux d'Agents la categoria menys potenciada ha estat Agents Emergents, que en l'escala de complexitat de la dimensió al valor més alt possible; per a la dimensió Patró d'Interacció les categories menys potenciades han estat Interacció lineal simple Neutra, Interacció lineal simple+, Interacció lineal simple--, Interacció dòmino-, Interacció dòmino+, Interacció retroactiva i Interacció Recursiva, que en l'escala de complexitat de la dimensió comprenen l'interval de valors baix a més alt possible; finalment per a la dimensió Probabilitat la categoria menys potenciada ha estat Probabilitat d'Indeterminació, que en l'escala de complexitat de la dimensió se situa en el valor més alt possible.

La diversitat de categories poc significatives fa difícil establir un únic patró amb relació als components menys significatius del pensament sistèmic per a totes les dimensions.

La unitat didàctica es dissenya per esdevenir un context on l'alumnat pugui expressar-se utilitzant el pensament sistèmic, és a dir, un context que propiciï l'ús dels components del pensament sistèmic, donant espai per a què s'utilitzin tant els components de baixa complexitat com els d'alta complexitat. Els resultats permeten afirmar que la unitat didàctica ha esdevingut un context on, efectivament, l'alumnat s'ha pogut expressar utilitzant els components del pensament sistèmic que per a ells són més significatius, i en aquest cas són components que en l'escala de complexitat de les dimensions pertanyents a valors de baixa complexitat en la majoria de casos. Així doncs, **la unitat didàctica es mostra com un context adequat per al desenvolupament de les dimensions del pensament sistèmic en alumnat de secundària. Però es mostra com un context insuficient per a desenvolupar les dimensions del pensament sistèmic en la seva màxima complexitat.**

### La caracterització de l'entrevista segons la seva significativitat en l'alumnat

La caracterització de l'entrevista es fa amb l'objectiu d'identificar-hi els de pensament sistèmic expressats per l'alumnat. Això s'aconsegueix a partir d'analitzar quines han estat les categories de cada dimensió més potenciades per l'entrevista, és a dir, les categories amb una major freqüència. En la taula següent es mostren aquestes categories. Cada categoria s'ha pintat segons el lloc que ocupa en l'escala de complexitat de la dimensió, essent vermell baixa complexitat, lila complexitat moderada i blau complexitat alta.

	Entrevista Grup I	Entrevista Grup II
Nivell Escalar	Micro-meso2-macro	Micro2-meso2-macro
Obertura del sistema	Sistema Obert1	Sistema Obert
Flux d'Agents	Agents Centrals	Agents Centrals
Patró d'interacció	Interacció linear múltiple divergent	Interacció linear múltiple convergent
Probabilitat	Probabilitat Determinista	Probabilitat Determinista

*Taula 184: Categories que més ha potenciat l'entrevista*

Els resultats permeten afirmar l'existència d'un patró clarament definit: en el conjunt les categories més potenciades per l'entrevista se situen en un interval de valors baix en l'escala de complexitat de cadascuna de les dimensions, tot i que en comparació amb els resultats per la unitat didàctica aquestes categories se situen en un interval de valors superior. A més, amb relació a la diversitat de categories presents en l'entrevista hi ha més heterogeneïtat que en la unitat didàctica.

En concret, per a la dimensió Nivell Escalar les categories més potenciades han estat micro-meso2-macro i micro2-meso2-macro que en l'escala de complexitat de la dimensió se situen en un valor alt; per a la dimensió Obertura del Sistema les categories més potenciades han estat Sistema Obert i Sistema Obert 1, que en l'escala de complexitat de la dimensió corresponen a un valor moderat. Per a la dimensió Flux d'Agents la categoria més potenciada ha Agents Centrals, que en l'escala de complexitat de la dimensió se situa en un valor baix; per a la dimensió Patró d'Interacció estat les categories més potenciades han estat Interacció linear múltiple divergent i Interacció linear múltiple convergent, que en l'escala de complexitat de la dimensió se situa en un valor baix; i per a la dimensió

Probabilitat la categoria més potenciada ha estat Probabilitat Determinista, que en l'escala de complexitat de la dimensió se situa en el valor més baix possible.

Així, el patró de pensament sistèmic expressat per l'alumnat en l'entrevista es caracteritza de la següent manera:

El patró de pensament sistèmic expressat per l'alumnat en la unitat didàctica es caracteritza per un sistema obert i que intercanvi matèria, energia i informació amb l'entorn. En alguns casos sense especificar la direccionalitat d'aquest intercanvi i en d'altres la capacitat del sistema per modificar l'entorn es fa rellevant. La descripció d'aquestes interaccions que es produeixen entre el sistema i l'entorn necessiten els components estructurants del sistema per a efectuar-se i ocorren preferentment involucrant dos sistemes. Les interaccions segueixen un patró lineal múltiple caracteritzades per un flux d'agents centralitzadors que en algunes ocasions són centralitzadors amb relació a les causes (divergents) i d'altres amb relació als efectes (convergens). Les conseqüència i/o els efectes d'aquestes interaccions són amb certesa determinades i conegudes.

L'entrevista es realitza com un context complementari a la unitat didàctica per a que l'alumnat pugui expressar-se amb relació al fenomen d'estudi. Els resultats permeten afirmar que **l'entrevista es mostra com un context adequat per al desenvolupament de les dimensions del pensament sistèmic, i permet el seu desenvolupament de forma lleugerament més complexa que la unitat didàctica.** A més, les categories més potenciades en l'entrevista són més diverses que les de la unitat didàctica, mostrant una major concreció en la identificació dels components que són més significatius per a l'alumnat. Per tant, **l'entrevista afavoreix l'especificitat dels patrons expressats per l'alumnat, permetent un major aprofundiment de la comprensió en l'ús del components del pensament sistèmic que són més significatius per a l'alumnat.**

## Síntesi del capítol VI

En aquest capítol s'ha presentat l'extracció i discussió dels resultats seguint els objectius de la recerca.

En primer lloc s'han presentat els resultats corresponents a l'objectiu 1 referents a les característiques de l'instrument d'anàlisi del pensament sistèmic amb relació als resultats que ha permès obtenir. En general es considera que la conceptualització de l'instrument en dimensions i categories que formen un gradient de complexitat ha permès obtenir els resultats necessaris per poder respondre les preguntes de la recerca.

En segon lloc s'han presentat els resultats corresponents a l'objectiu 2.1. referents als patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat amb relació a les dimensions del pensament sistèmic. S'han respost les preguntes derivades d'aquest objectiu seguint un ordre de més concret a més global:

Inicialment s'han descrit les característiques de les dimensions a partir dels resultats del gradient d'expressió per a cadascuna de les dimensions del grup I, i després s'han identificat les tendències pel conjunt dels resultats del grup I. A continuació s'han descrit les característiques de cadascuna de les dimensions pel grup II, i després s'han identificat les tendències pel conjunt del grup II. Seguidament s'han pogut caracteritzar les dimensions del pensament sistèmic pel conjunt de la mostra a partir de les tendències identificades amb relació al gradient d'expressió de les dimensions, al gradient de presència de les categories, i a la presència i freqüència de les categories en les activitats i les fases de la unitat didàctica. Finalment s'ha presentat una caracterització dels patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat al nivell específic de les categories i al nivell global de les dimensions, segons la seva significativitat per l'alumnat.

En tercer lloc s'han presentat els resultats corresponents a l'objectiu 2.2. que fan referència als patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat amb relació al material didàctic. S'han respost les preguntes derivades d'aquest objectiu seguint un ordre de més concret a més global:

Inicialment s'han descrit les característiques del material didàctic a partir dels resultats del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica per a cadascuna de les dimensions del grup I i a continuació s'han identificat les tendències per al conjunt dels resultats del grup I. A continuació s'han descrit les característiques del material didàctic a partir dels resultats del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica per a cadascuna de les dimensions del grup II i a continuació s'han identificat les tendències per al conjunt dels resultats del grup II. Seguidament s'ha pogut caracteritzar la unitat didàctica pel conjunt de la mostra a partir de les tendències amb relació als valors del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica, als valors del potencial de desenvolupament de les fases, i les tendències amb relació a la presència i la freqüència de les categories en les activitats de la unitat didàctica. Finalment s'ha presentat una caracterització dels patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat des del nivell més específic de les activitats, passant per les fases de la unitat didàctica fins al nivell més global del conjunt de la unitat didàctica, i de l'entrevista, segons la seva significativitat per l'alumnat.

Per tant en aquest capítol han quedat definides les característiques de l'instrument d'anàlisi del pensament sistèmic, les característiques dels patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat amb relació a les dimensions del pensament i amb relació al material didàctic. En el següent capítol de conclusions es discuteixen aquestes característiques amb relació als objectius i la finalitat de la recerca.







*Les sis persones van començar a discutir sobre l'elefant i cada un d'ells va insistir que tenia la raó. Un savi passava per allà i en veure la situació s'aturà i els preguntà "¿Quin és el problema?" Ells van respondre: "No ens posem d'acord sobre com és l'elefant!" Cada un d'ells va dir com pensava que era l'elefant. Després d'escoltar-los l'home savi es dirigí als cecs d'aquesta manera: "Tots teniu raó. El motiu pel qual cadascú descriu l'elefant de forma diferent és que cada un de vosaltres ha tocat una part diferent de l'elefant. Així que, en realitat l'elefant és totes les coses que heu dit alhora".*

# Capítol VII.

## Conclusions i perspectives de futur

No se sap com va continuar la discussió dels cecs després de les paraules de l'home savi. Com podia ser que un elefant fos una columna, una paret, la branca d'un arbre, una canonada, una corda i un ventall tot alhora? Com es podia explicar que característiques tant diferents formessin part d'un mateix animal i que a més a més totes fossin indispensables? De quina manera es podia explicar que tocant només una part de l'animal es pogués conèixer de quin animal es tractava? Aquestes preguntes potser van passar pel cap de les persones que el van tocar i potser van quedar sense resposta, en tot cas són preguntes que encara ara són vigents i a les quals aquesta recerca hi ha volgut contribuir.

En aquest capítol es presenten les conclusions de la recerca i les línies per a futures investigacions. El capítol s'estructura en dos apartats. En el primer apartat s'exposen les conclusions de la recerca, primer amb relació als objectius de la recerca i després amb relació a la finalitat. En el segon apartat s'exposen les possibles línies de recerca que podrien continuar al treball presentat.

La següent figura mostra els continguts d'aquest capítol:

<b>Índex de continguts del capítol VII</b>	
<b>Conclusions.....</b>	<b>339</b>
<b>Conclusions amb relació a l'objectiu 1.....</b>	<b>339</b>
<b>Conclusions amb relació a l'objectiu 2.....</b>	<b>341</b>
Conclusions amb relació a l'objectiu 2.1.....	342
Conclusions amb relació al objectiu 2.2.....	350
Conclusions amb relació a l'objectiu 2.....	354
<b>Conclusions amb relació a la finalitat .....</b>	<b>357</b>
<b>Perspectives de futur .....</b>	<b>363</b>

*Figura 143: Índex de continguts del capítol VII*

## VII.1. Conclusions

La presentació de les conclusions s'ha estructurat en funció de la finalitat i els objectius de la recerca. En primer lloc es presenten les conclusions de l'objectiu 1 amb relació al disseny i aplicació de l'instrument d'anàlisi, seguidament es presenten les conclusions de l'objectiu 2 amb relació als patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat. Finalment es presenten les conclusions amb relació a la finalitat de la recerca.

### VII.1.1. Conclusions amb relació a l'objectiu 1

L'objectiu 1 de la recerca s'enuncia d'aquesta manera:

Objectiu 1: Dissenyar i aplicar un instrument d'anàlisi del pensament sistèmic en el context d'aplicació d'una unitat didàctica sobre conflictes socioambientals urbans

A continuació es presenten les conclusions que permeten respondre l'objectiu enunciat i que es concreten en funció dels criteris reguladors en la investigació qualitativa descrits en el capítol III: credibilitat, transferibilitat, confirmació i dependència.

- **Credibilitat**

La credibilitat fa referència al criteri de veritat i validesa en relació a les fonts d'informació i les mostres, de manera que els resultats descriuen amb rigor el fenomen estudiat i poden sostenir-se efectivament en les dades obtingudes.

En relació a les fonts d'informació l'instrument permet analitzar dades de naturalesa diferent: les dades de les produccions de l'alumnat i les dades del discurs en l'entrevista. Aquesta característica es valora com una fortalesa ja que un mateix instrument permet l'anàlisi de dades de diversa naturalesa enriquint l'anàlisi global a partir de la complementaritat de les dades analitzades i permetent aproximar-se al fenomen d'estudi amb major precisió.

En referència a la mostra aquest instrument ha esdevingut vàlid per analitzar en profunditat una mostra acotada. A més, l'instrument permet aproximar-se a les dades des d'una escala més concreta a una escala més global, regulant la profunditat de l'anàlisi en funció del moment. Aquesta característica es valora positivament ja que permet prioritzar la qualitat i la profunditat en l'anàlisi i en l'obtenció dels resultats, coincident amb els objectius de la recerca.

L'instrument també mostra limitacions amb relació a la mostra, en concret pel que fa a les seves dimensions i característiques, ja que es dificulta una anàlisi igual de detallada i minuciosa per a mostres de dimensions superiors. Si bé la generalització no és una de les finalitats en la investigació qualitativa caldria que l'instrument permetés arribar a nivells de profunditat igualment vàlids per a mostres majors, facilitant la seva aplicació i fent-lo més operatiu.

- **Transferibilitat**

La transferibilitat fa referència al criteri de pertinença als objectius metodològics de la recerca i a l'aplicabilitat dels resultats a d'altres contextos. L'instrument ha de permetre descriure exhaustivament

el fenomen d'estudi i comprendre'l des de la perspectiva dels participants per poder transferir els resultats a d'altres contextos. Els resultats obtinguts permeten afirmar que l'instrument ha complert aquesta funció.

L'instrument permet elaborar descripcions i explicacions detallades i que alhora tenen una perspectiva global complementària. En primer lloc permet identificar els patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat, descriure'ls a partir de característiques específiques i identificar regularitats en les descripcions. En segon lloc permet fer aportacions de caràcter global que connecten amb els aspectes més concrets, oferint detalls del fenomen d'estudi des de la perspectiva dels participants i orientant la seva comprensió.

Aquesta característica es valora com a fortalesa ja que la naturalesa de les descripcions aportades permet fer una diagnosi dels patrons de pensament sistèmic de l'alumnat establint les bases per a poder comprendre fins a quin punt és significatiu i rellevant en les seves explicacions, i així poder aportar orientacions i estratègies didàctiques que afavoreixin l'ús del pensament sistèmic en la comprensió dels fenòmens.

En relació al grau d'aprofundiment i detall en les descripcions i explicacions pot considerar-se que l'instrument ha acomplert la funció esperada. Ara bé, en relació a la transferència en d'altres contextos es pot considerar que l'instrument s'hauria d'adaptar ja que aquest s'ha dissenyat específicament per al cas d'estudi, tenint en compte les seves característiques i també la finalitat de la recerca. Així, esdevé un instrument adequat per acomplir els objectius metodològics i de la finalitat d'aquesta recerca però queda com a perspectiva de futur millorar la seva transferibilitat en d'altres contextos per tal de poder arribar a un major públic i contribuir de forma més àmplia a la comprensió dels fenòmens del món des de la perspectiva sistèmica.

- **Confirmació**

La confirmació fa referència al criteri de neutralitat en l'obtenció dels resultats i l'elaboració de les conclusions, així com l'objectivitat en la interpretació de significats. La consecució d'aquest criteri es concreta amb relació a les característiques específiques de l'instrument.

L'elecció de les característiques de l'instrument s'ha fet a partir de criteris teòrics, és a dir, la seva conceptualització en dimensions i categories s'obté després d'una revisió exhaustiva de la literatura relacionada amb les investigacions sobre pensament sistèmic. Aquesta característica es valora com una fortalesa ja que l'instrument és coherent amb els plantejament teòrics del fenomen d'estudi.

L'organització de l'instrument en dimensions i categories permet la identificació i caracterització dels patrons de pensament sistèmic de l'alumnat: les dimensions defineixen aquells aspectes necessaris per a caracteritzar el pensament sistèmic, mentre que les categories permeten concretar i jerarquitzar aquestes característiques a partir de la seva organització en un gradient que permet contemplar des de les explicacions més simples fins a les més elaborades. Per tant, aquesta organització permet descriure un ampli ventall de patrons adequant-se a la diversitat d'explicacions de l'alumnat.

Aquesta organització de l'instrument contempla alguns aspectes que caldria millorar pel que fa a la seva operativitat en relació a les categories. La quantitat de categories que formen el gradient de cada dimensió respon a criteris de la investigació qualitativa, és a dir, es prioritza la qualitat de les

descripcions en detriment de la saturació de les categories per poder assolir un major ventall de descripcions, i aquesta característica dificulta l'operativitat de l'instrument. Per això, una proposta de millora de l'instrument passa per una revisió de les categories i una possible reagrupació d'aquestes, per tal de millorar l'objectivitat en la interpretació de la informació i l'assignació de categories corresponents.

- **Dependència**

La dependència fa referència al criteri de fiabilitat en el procés seguit i les decisions preses durant la investigació. Posa de manifest el grau de confiança en les formes de representació i organització de les dades i en la consistència dels resultats. En concret es refereix a les eines d'interpretació i de representació dels resultats derivats de l'aplicació de l'instrument que responen a l'objectiu d'interpretar i representar els patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat amb relació a les dimensions i amb relació al material didàctic.

Les eines d'interpretació dels resultats es dissenyen des del principi sistèmic, això es concreta en la relació sistèmica que existeix entre les parts i els nivells que integren l'instrument. Així, es poden interpretar els resultats a diferents escales: des del nivell concret de les categories o de les activitats, fins al nivell global de les dimensions o de la unitat didàctica. Aquesta característica situa la interpretació en diferents etapes en el procés d'interpretació, de manera que en cada nivell els resultats s'interpreten amb una eina concreta i seguint el seu propi procediment. Aquesta característica es valora com una fortalesa ja que aporta transparència i rigor en el procés que va de l'obtenció de la informació a l'extracció dels resultats.

La utilització de les composicions cromàtiques en la representació dels resultats permet comunicar un resultat global com l'emergència de resultats específics, de manera que la representació del tot inclou les característiques de les parts, i a la vegada permet mantenir la identitat específica de cadascuna de les parts. A més, es mostra de gran valor per a la recerca de representacions visuals com és el llenguatge cromàtic per comunicar de manera eficaç el resultat d'una interpretació des dels principis de la complexitat.

Les potencialitats de les eines d'interpretació i representació esdevenen una pròpia limitació en sí mateixes perquè la diferenciació d'etapes i subetapes, i els diferents procediments en cada nivell d'anàlisi dificulten la seva aplicació. Els procediments per obtenir el grau de detall dels resultats han esdevingut laboriosos, complexos, i constituïts per diverses etapes i subetapes interrelacionades entre elles. Això fa que el procés de l'anàlisi des de les dades fins a l'obtenció dels resultats sigui poc operatiu i depengui de l'expertesa de la persona que l'aplica. Actualment l'instrument no està preparat per ser utilitzat de forma més operativa i la seva aplicabilitat necessita com a condició una gran expertesa en relació al fenomen d'estudi des de la complexitat. Per tant, en el futur caldria fer un pas endavant i transformar l'instrument en una eina més àgil i de més fàcil aplicabilitat, sense perdre el rigor i la fonamentació disciplinària, per tal que pugui ser utilitzat per un públic més ampli i contribuir a la finalitat per la qual va ésser dissenyat.

Representar uns resultats que integren els principis i les teories de la complexitat constitueix un repte al qual aquesta recerca hi ha volgut contribuir mitjançant la construcció d'un instrument dissenyat des del

principi sistèmic. En el futur cal seguir treballant en formes de representació que siguin coherents amb els plantejaments teòrics i que a la vegada comuniquin eficaçment aquells aspectes més rellevants.

Per tot això, es pot afirmar que l'instrument d'anàlisi del pensament sistèmic es mostra com un instrument eficaç per a la identificació, caracterització i representació dels patrons del pensament sistèmic expressats per l'alumnat. Les seves potencialitats permeten confeccionar un conjunt de característiques generalitzables a altres instruments que tinguin per objectiu caracteritzar el pensament sistèmic. Així, l'instrument hauria de permetre:

L'anàlisi de dades de distinta naturalesa que es complementen entre elles permetent una major comprensió del fenomen d'estudi.

L'anàlisi exhaustiva i en profunditat de les dades aportant descripcions detallades del fenomen d'estudi.

La descripció exhaustiva del fenomen d'estudi i comprendre'l des de la perspectiva dels participants, per poder transferir els resultats a d'altres contextos.

L'elaboració de descripcions i explicacions detallades i que alhora tenen una perspectiva global complementària.

La descripció d'un ampli ventall de patrons adequant-se a la diversitat d'explicacions de l'alumnat de forma coherent amb els plantejaments teòrics del fenomen d'estudi.

La interpretació dels resultats a diferents escales, posant en valor la relació entre elles, sense perdre especificitat ni globalitat.

La comunicació eficaç de resultats que incorporen els principis i les teories de la complexitat utilitzant un llenguatge plàstic i visual.

## VII.1.2. Conclusions amb relació a l'objectiu 2

L'objectiu 2 de la recerca consta d'un objectiu general i de dos objectius específics. Les conclusions amb relació a l'objectiu 2 s'han estructurat des dels aspectes més específics als aspectes més generals. En primer lloc es presenten les conclusions de l'objectiu 2.1. i els patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat amb relació a les dimensions, a continuació es presenten les conclusions de l'objectiu 2.2. i els patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat amb relació al material didàctic, i finalment es presenten les conclusions de l'objectiu 2 amb relació als patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat.

### VII.1.2.1. Conclusions amb relació a l'objectiu 2.1.

L'objectiu 2.1. s'enuncia de la següent manera:

Objectiu 2.1: Identificar patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat amb relació a les dimensions del pensament sistèmic

A continuació es presenten les conclusions que permeten respondre l'objectiu enunciat i que es concreten en la discussió dels patrons del pensament sistèmic expressats per l'alumnat amb relació a les cinc dimensions del pensament sistèmic. En primer lloc es discuteixen els patrons generals a nivell de les dimensions i seguidament els patrons concrets a nivell de les categories per a cada dimensió.

- **Identificació de patrons de pensament sistèmic a nivell de les dimensions**

Els resultats de la recerca permeten identificar dues tendències de comportament diferenciades entre les cinc dimensions del pensament sistèmic, és a dir, dos patrons. El primer patró està format per les dimensions Patró d'Interacció, Flux d'Agents i Probabilitat, i el segon patró està format per les dimensions Nivell Escalar i Obertura del Sistema.

Les dimensions que pertanyen al primer patró reuneixen un conjunt de característiques: (a) l'absència de la categoria de major complexitat, o de les categories de complexitat alta; (b) Les categories situades en un interval menor de complexitat són les que assoleixen la presència en més activitats i fases de la unitat didàctica (aquestes són les que obtenen majors valors del gradient de presència) ; (c) Es mostren tots els valors possibles del conjunt del gradient de presència de les categories; (d) La tendència general és que a mesura que augmenta la complexitat en les categories, disminueix el seu gradient de presència. Aquestes dimensions fan referència a la tipologia d'interaccions i al caràcter dels agents en les relacions causa-efecte, i de la impredecibilitat dels efectes d'aquestes interaccions: el tipus d'interaccions i d'agents determinaran fins a quin punt es contempla la incertesa a l'hora de predir les conseqüències derivades de les interaccions.

Les dimensions que pertanyen al segon patró es caracteritzen per: (a) la presència de totes les categories de la dimensió; (b) Les categories que assoleixen la presència en més activitats i fases de la unitat didàctica són les situades en l'interval de major complexitat (aquestes i les situades en l'interval de complexitat moderat, són les que obtenen majors valors per al gradient de presència); (c) Es mostra un ventall de valors reduït en el conjunt dels valors del gradient de presència; (d) La tendència general és que a mesura que augmenta la complexitat en les categories, augmenta el seu gradient de presència.

Aquestes dimensions fan referència a la relació dels límits del sistema amb el seu entorn i de la percepció o no dels nivells escalars en què es relacionen els components del sistema, el sistema amb l'entorn o amb d'altres sistemes.

Els dos patrons es diferencien principalment per l'abast dels valors en el grau de presència de les categories i en el gradient d'expressió de la dimensió i es concreta en què els valors de les dimensions del segon patró són sempre superiors als valors de les dimensions del primer patró. Per això es pot afirmar que **per l'alumnat existeixen unes dimensions del pensament sistèmic més significatives que d'altres**. En concret, són més significatives les dimensions que pertanyen al segon patró identificat, respecte les dimensions que pertanyen al primer identificat. A continuació es discuteixen les implicacions d'aquests resultats.

El fet que les dimensions més significatives siguin el Nivell Escalar i l'Obertura del Sistema permet abordar dues de les característiques del pensament sistèmic: la capacitat dels components del nivell micro de modificar el nivell macro, i l'existència de relacions escalars que s'estableixen a partir de la interacció de diversos components que coexisteixen simultàniament. En primer lloc, acceptar la influència dels canvis entre els nivells escalars passa per acceptar el sistema com una entitat oberta i en relació amb el seu entorn (Gell-Mann, 1995). Si s'observa el sistema com una entitat tancada les úniques interaccions que es poden descriure són les dels components estructurants entre sí, sense interacció amb l'entorn ni cap altre nivell, per tant, un canvi en els components del sistema no tindria efectes en l'entorn i viceversa, coincidint amb la visió mecanicista de sistema (Von Bertalanffy, 1982), fet que aniria en detriment d'una visió complexa dels fenòmens. En segon lloc, els resultats permeten afirmar la significativitat dels diferents nivells escalars on es poden produir les accions en el medi, ja siguin accions que es produeixen al nivell local i tenen efectes a nivell global o viceversa. Amb relació als límits del sistema permet situar el sistema (que pot ser un individu, una col·lectivitat, una ciutat) com a subjecte actiu en la transformació de la societat, afavorint el pensament crític i la presa de decisions responsable: l'alumnat concep els sistemes oberts en relació amb el medi i, més concretament destaca la capacitat que té el sistema de modificar el seu entorn. La significativitat d'aquests dos aspectes posa de manifest que **per l'alumnat és significativa la contextualització de les accions tant a escala local com a escala global i que permet situar-los com a agents actius en el procés de transformació de la societat**.

El fet que les dimensions menys significatives siguin Patró d'Interacció, Flux d'Agents i Probabilitat situa les limitacions a l'hora de construir models interpretatius basats en la comprensió dels fenòmens socioambientals com a sistemes complexos: aquestes tenen a veure amb una concepció centralitzadora de les interaccions que es produeixen i en no incorporar la incertesa en situar les accions en el temps. Aquests resultats posen de manifest que l'alumnat planteja els possibles escenaris futurs derivats de les interaccions en el present des d'una perspectiva determinista que no té en compte ni la incertesa ni la impredictibilitat. Per això pren rellevància el concepte d'estratègia ecològica de l'acció proposat per Morin (2001b) que implica concebre les accions com a estratègies que estan sotmeses als canvis que es puguin produir durant la seva aplicació i per tant incorporant la incertesa com un aspecte fonamental en la planificació de les accions. En aquest sentit, els resultats evidencien que l'alumnat si bé situa les accions a diferents escales no concep les interaccions entre aquestes escales des de la perspectiva de l'estratègia ecològica de l'acció. La poca significativitat d'aquests aspectes posa de manifest **la**



necessitat d'avançar en enfortir el caràcter ecològic de les accions proposades en contraposició al caràcter estàtic i determinista per tal d'orientar els escenaris futurs d'una manera més oberta, creativa i adaptativa afavorint el pensament crític la responsabilitat en la presa de decisions.

- **Identificació de patrons de pensament sistèmic a nivell de les categories**

En les recerques sobre l'ús o el desenvolupament del pensament sistèmic és força habitual definir patrons d'alumnat en funció del grau de desenvolupament dels components del pensament sistèmic que presenta (Assaraf & Orion, 2005, 2010a; Hmelo-Silver et al., 2007; Schauble et al., 1991; Wylie et al., 1998). En la majoria d'aquestes investigacions els patrons segueixen un gradient de menor complexitat a major complexitat. En la versió més simple l'alumnat es caracteritza per identificar només els components del sistema i a mesura que identifica altres aspectes augmenta la complexitat fins al nivell més complex que seria la identificació dels components del sistema, els processos, els fluxos, les funcions i les interaccions que es desenvolupen entre aquests. Els resultats permeten afirmar que existeix un patró generalitzat per al conjunt de l'alumnat a l'hora de comprendre els fenòmens socioambientals com a sistemes. Aquest patró es defineix de la següent manera:

*El sistema i els seus components intercanvien informació, matèria i energia amb l'entorn i amb d'altres sistemes. El flux d'aquest intercanvi té caràcter centralitzador, és unidireccional, lineal i preferentment va del sistema cap a l'entorn. Les conseqüències i/o els efectes que produiran aquestes interaccions són conegudes i determinades.*

Les característiques d'aquest patró responen a aquelles components del pensament sistèmic que han esdevingut més significatius per a l'alumnat en la comprensió dels fenòmens socioambientals i que es corresponen amb les categories més significatives de cadascuna de les cinc dimensions del pensament sistèmic. A continuació es discuteixen les implicacions per a cadascuna de les dimensions.

- **Dimensió Nivell Escalar**

Els components més significatius de la dimensió Nivell Escalar permeten definir dos patrons: el primer fa referència a relacions escalars que s'esdevenen entre el sistema i l'entorn, i el segon patró fa referència a relacions escalars de múltiples nivells on intervenen tant els components del sistema com d'altres sistemes.

Pel que fa al primer patró aquest es caracteritza per relacions de dos nivells escalars que no contemplen el nivell micro, de manera que la relació entre l'escala global i l'escala local es fa a partir del nivell de referència -el nivell meso- i per tant això permet afirmar que **l'alumnat no ha tingut en compte la influència que els canvis en nivells inferiors poden tenir en el comportament global del sistema**. En la discussió d'aquest aspecte són significatius els resultats de la recerca feta per Levy i Wilensky (2004, Llegit a (Jacobson & Wilensky, 2006) en la qual es fa palesa la necessitat de crear el nivell meso degut a la manca de connexió entre el nivell micro i el nivell macro per part de l'alumnat. L'abordatge d'aquesta necessitat es duu a terme mitjançant dues estratègies: bottom-up i top-down. En la primera, els sistemes en el nivell meso es formen a partir d'interaccions locals. Des d'aquesta perspectiva l'alumnat presenta una major comprensió dels principis fonamentals dels sistemes complexos i és coherent amb el caràcter emergent dels fenòmens en els quals les propietats del nivell

superior es deriven de les interaccions en un nivell inferior i no a la inversa (Penner, 2000). La segona estratègia consisteix en què el sistema del nivell meso es descompon en petits grups que són tractats com a entitats singulars. Aquesta perspectiva s'associa a una menor comprensió dels sistemes complexos, però tot i així és la tendència majoritària que presenta l'alumnat en atribuir la causa al nivell macro i els efectes al nivell micro.

Pel que fa al segon patró aquest es caracteritza per relacions de tres nivells escalars que inclouen els components estructurants del sistema en les relacions del sistema amb d'altres sistemes de l'entorn. En aquest cas l'alumnat té en compte la influència del nivell micro en el comportament global i a més percep els diversos nivells on es produeixen aquestes interaccions: l'alumnat ha percebut tant les interaccions al nivell micro, és a dir, entre els components del sistema, com les interaccions al nivell macro, és a dir, entre els components i el sistema o entre el sistema i el seu entorn. Per tant en aquest patró es pot afirmar que **l'alumnat ha percebut els diferents nivells on es poden produir les interaccions** en una gran diversitat de formes possibles tot i que no sempre el nivell micro esdevé significatiu. La importància de percebre els diferents nivells rau en el fet que semblaria impossible entendre els sistemes en els seus diversos nivells sense comprendre el funcionament general del sistema (Assaraf & Orion, 2005) i per a això caldria haver acceptat la coexistència de diversos nivells. L'existència d'aquest patró posa de manifest que l'alumnat ha estat capaç d'acceptar la coexistència de diversos nivells, tot i que la significativitat dels nivells varia en funció de l'escala en la qual es percep el fenomen. Així, en una escala local-local (micro-meso) la significativitat es mostra menor, en canvi en l'escala local-global (meso-macro) aquesta significativitat és major. Per l'alumnat és més fàcil situar el punt de referència al nivell local i orientar-lo cap al nivell global en el sentit que **el sistema és rellevant en la mesura que està en relació amb d'altres sistemes propers o en relació amb el medi extern al sistema, més que no pas en relació amb els propis components estructurants**. Aquesta característica porta a pensar en la idea dels límits del sistema i la relació amb el seu entorn, que es discuteix en la següent dimensió.

- **Dimensió Obertura del Sistema**

Els components més significatius de la dimensió Obertura del Sistema permeten definir un patró: en la definició dels límits del sistema amb relació a l'entorn **l'alumnat concep els sistemes com a entitats obertes en interacció amb l'entorn a partir de l'intercanvi de matèria, energia i informació**.

La relació entre el sistema i el seu entorn constitueix una de les característiques essencials discutides en la definició de sistema, i posa l'accent en l'obligada vinculació del sistema al seu entorn i per tant a la concepció del sistema com una entitat que no està aïllada i que no resta immutable als canvis que es produeixen al seu voltant (Gell-Mann, 1995; Von Bertalanffy, 1976). L'existència del patró expressat per l'alumnat permet afirmar que efectivament l'alumnat comparteix el caràcter obert del sistema i per tant assumeix l'existència d'un espai extern al sistema que és significatiu i amb el qual el sistema hi interacciona, generant fluxos de matèria, energia i informació.

Ara bé, en considerar la direccionalitat d'aquest flux l'alumnat el caracteritza com a unidireccional i concretament del sistema cap a l'entorn, coincidint amb la teoria de Bertalanffy i contràriament a les aportacions posteriors de Gell-Mann que considera els fluxos bidireccionals, generant processos d'autoregulació basats en la retroalimentació. Per tant, assumint el caràcter obert del sistema i

L'intercanvi de fluxos amb l'entorn, **l'alumnat considera més significativament els fluxos unidireccionals que van del sistema cap a l'entorn**. Això implica que per l'alumnat és més manifesta la capacitat del sistema de modificar l'entorn que no pas la capacitat de l'entorn de modificar el sistema, i pràcticament inexistent la consideració que aquests efectes puguin ser recíprocs i esdevenir en processos reguladors. Aquesta particularitat es relaciona amb el tipus d'interaccions que per l'alumnat són més significatives, aspecte que es discuteix en la següent dimensió.

- **Dimensió Patró d'Interacció**

Els components més significatius de la dimensió Patró d'Interacció permeten definir un patró expressat per l'alumnat: **l'alumnat descriu diversitat de tipologies d'interaccions en el context dels fenòmens socioambientals i les més significatives són majoritàriament de caràcter unidireccional, linear i simple**.

La noció d'interacció és una característica fonamental a l'hora de comprendre els fenòmens com a sistemes complexos (García, 2001) i representa un dels reptes assenyalats en els processos d'ensenyament i aprenentatge dels sistemes, ja que en general l'alumnat tendeix a identificar únicament els components estructurants del sistema (Hmelo-Silver et al., 2000), construint una noció de sistema que no contempla les interaccions entre el conjunt de conceptes teòrics apresos (Assaraf & Orion, 2005). El fet que l'alumnat hagi descrit una gran quantitat de tipus d'interaccions permet afirmar que aquest repte s'ha assolit, és a dir, a l'hora d'explicar els fenòmens socioambientals **l'alumnat és capaç d'identificar les interaccions més enllà de les parts** i que per tant és capaç de percebre el sistema com un conjunt de components que efectivament interaccionen entre ells, esdevenint participis del comportament global d'aquest.

En fixar-se en la qualitat d'aquestes interaccions expressades per l'alumnat es pot afirmar que existeix una tendència significativa a les explicacions linears i unidireccionals, que representen interaccions del tipus una causa-un efecte o les seves variants com ara una única causa genera multitud d'efectes o viceversa. Aquest patró posa de manifest que **l'alumnat tendeix a explicar processos complexos a partir de regles simples**, sense la necessitat d'expressar-se a través d'explicacions més elaborades i més properes al model proposat en els plantejaments teòrics, ja sigui perquè l'alumnat no percep els aspectes complexos del fenomen o bé perquè existeix una falta de motivació per abandonar les explicacions més senzilles i buscar formes alternatives de comprensió (Grotzer, 2003; Jörg, 2009). El fet que l'alumnat percebi amb tanta claredat les interaccions simples es pot plantejar com un bon punt de partida per avançar en la comprensió i la visualització dels aspectes complexos dels fenòmens, ja que comprendre la complexitat passa per comprendre les interaccions entre els components del sistema i les regles simples a partir de les quals s'esdevenen comportament emergents (Holland, 1998; S. Johnson, 2003).

El tipus d'interaccions que per a l'alumnat són més significatives està estretament relacionat amb el caràcter dels agents que les protagonitzen i per tant en la naturalesa del flux que s'esdevé en aquestes interaccions. Aquest aspecte es discuteix a continuació.

- **Dimensió Flux d'Agents**

Els components més significatius de la dimensió Flux d'Agents permeten definir un patró expressat per l'alumnat: **el flux generat en les interaccions que es produeixen en els fenòmens socioambientals està caracteritzat per agents centralitzadors.**

Aquesta tendència respon a la preferència per les explicacions linears que ja s'ha discutit en l'apartat anterior, és a dir, en considerar una interacció unidireccional, linear i simple, l'agent que la protagonitza és forçosament de naturalesa centralitzadora, i per tant s'assumeix l'existència d'un mecanisme causal únic o simple en la formació de processos complexos i emergents (Resnick, 1996a), descartant altres tipus d'interaccions que impliquin agents relacionats en xarxes o de caràcter emergent. Aquests resultats posen de manifest que cal avançar cap a la comprensió del fet que els sistemes tenen mecanismes d'autoregulació a partir de la informació de l'entorn, i això constitueix un dels reptes més importants per avançar en la comprensió dels fenòmens complexos.

Així doncs, en buscar explicacions als processos que es desenvolupen en el context dels fenòmens socioambientals **l'alumnat tendeix a establir raonaments partint de la proximitat entre les causes i els efectes**, més que no pas a considerar efectes indirectes o exposar conseqüències inesperades (Grotzer, 2003), ja que té més facilitat per inferir una relació causal entre dos esdeveniments quan aquests són continus en el temps i en l'espai, i per tant no té la necessitat d'ampliar horitzons espacials i temporals a la recerca d'altres possibles causes o efectes (Jiménez-Aleixandre, 2003).

La predisposició a ignorar els efectes indirectes en les interaccions o a no considerar la reciprocitat entre els agents que hi intervenen, entre d'altres, fa difícil considerar l'atzar o els efectes inesperats quan es pensa a llarg termini en l'evolució d'un sistema. És el que es discuteix en la següent dimensió.

- **Dimensió Probabilitat**

Els components més significatius de la dimensió Probabilitat permeten definir un patró expressat per l'alumnat: **a l'hora de situar els fenòmens en el temps els efectes de les interaccions que s'hi produeixen són coneguts i predictibles, i en general no es contemplen conseqüències inesperades.**

Aquest patró coincideix amb la tendència majoritària de confiar en la possibilitat de predir quin seran els efectes de les condicions inicials en el resultat final, i per tant del caràcter conegut d'aquestes condicions finals. És el que s'ha anomenat la probabilitat subjectiva i es refereix a la confiança d'un individu en què un esdeveniment tindrà lloc. (Bullock et al., 1982 llegit a Grotzer 2003, Horvath and Lehrer, 1998, llegit a Grotzer 2003). És a dir, una persona confia en què certs efectes tindran lloc però no pot explicar de quina manera, fins i tot en considerar fenòmens que estan subjectes a l'atzar es tendeix a voler predir quin serà el resultat. Per tant, es pot afirmar que **l'alumnat presenta una resistència a acceptar la incertesa i una predisposició a concebre els processos de manera determinista.**

Una visió de síntesi per a les conclusions de l'objectiu 2.1 permet afirmar el següent:

Les característiques dels patrons expressats per l'alumnat permeten abordar els processos d'ensenyament i aprenentatge dels fenòmens socioambientals des d'una perspectiva coherent amb el marc de l'ambientalització curricular:

En relació als nivells escalars es fa evident la importància i la utilitat de **contextualitzar les accions en el medi tenint en compte tant els nivells locals com els nivells globals**. Les accions es contextualitzen principalment partint del nivell local i se situa l'impacte al nivell global, però no a la inversa. Així, partint de la significativitat dels nivells escalars cal avançar en contextualitzar les accions tant a nivell espacial com temporal i considerant les relacions Local-Global-Local i viceversa.

El caràcter unidireccional de les interaccions que van del sistema cap al medi posa de manifest una **concepció antropocèntrica de la relació ésser humà-naturelesa** que porta implícit el domini de les societats envers el medi. Tot i així, el fet que l'alumnat consideri els sistemes oberts i l'existència de fluxos unidireccionals planteja un escenari de treball que permet **orientar propostes de transformació de les relacions entre la societat i la naturelesa**, afavorint el compromís pel canvi cap a la sostenibilitat. Si l'alumnat percep com a més significatives les accions que van del sistema cap a l'entorn s'estableix un vincle entre la societat i la natura i assumeix el poder que poden tenir les pròpies accions en l'entorn **situant l'alumnat com a agent actiu en la transformació de la societat**.

Així se situa el punt de partida per poder avançar en processos de transformació que impliquin tenir en compte la reciprocitat de la relació societat-natura i per tant un replantejament dels models de vida dominants, **buscant formes d'interaccionar a partir de xarxes que permetin la planificació d'accions estratègiques** en una aposta pel reconeixement de la diversitat dels estils de vida i de formes de relació i participar del fet d'habitar el planeta des de la plena consciència de la incertesa.

Considerar aquest canvi implica re-conceptualitzar la realitat i entendre que aquesta no és immutable ni inalterable sinó que està en constant construcció. Aquest aspecte és fonamental a l'hora de **plantejar escenaris per a les generacions del futur** ja que concebre la realitat des del canvi constant permet considerar diversitat d'alternatives a llarg termini i fa més fàcil acceptar la manca de control sobre les pròpies accions i els efectes que tindran en les generacions del futur.

### VII.1.2.2. Conclusions amb relació al objectiu 2.2.

L'objectiu 2.2. s'enuncia de la següent manera:

Objectiu 2.2: Identificar patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat amb relació al material didàctic

A continuació es presenten les conclusions que permeten respondre l'objectiu enunciat i que es concreten en la discussió dels patrons del pensament sistèmic expressats per l'alumnat des de la perspectiva del material didàctic. En primer lloc es discuteixen aquells aspectes dels patrons que són més resistents al canvi i a continuació aquells que presenten major predisposició a ser mobilitzats. En segon lloc es discuteix la presència dels components que representen una major complexitat en funció del material didàctic.

- **Els patrons de pensament sistèmic estan fortament arrelats**

El patró de pensament sistèmic majoritari expressat per l'alumnat ( Segons l'objectiu 2.1.) és consistent i resistent al canvi ja que la significativitat de les categories no varia al llarg de la unitat didàctica. És a dir, les categories que són més rellevants per a l'alumnat a l'hora d'expressar-se en termes de pensament sistèmic són pràcticament les mateixes al principi, durant i al final de la unitat didàctica. Aquest fet es pot interpretar des de dos punts de vista: d'una banda es pot atribuir a la fortalesa de les idees prèvies (Chi, 2005) i com aquestes exercirien una funció inhibidora a l'hora de buscar explicacions diferents a un fenomen, en el sentit que l'alumnat se sent còmode en les seves explicacions habituals i no tindria la motivació o la sensibilitat suficient per canviar-les (Grotzer, 2003). De l'altra es pot atribuir a la tendència d'explicar un fenomen complex a partir de regles simples (Lesh, 2006), de manera que el caràcter complex del fenomen estudiat rau invisible per l'alumnat (Jörg, 2009). Per tant aquesta recerca reafirma **la tendència de l'alumnat a mantenir les idees prèvies amb relació a les explicacions que donen als fenòmens complexos**. Per a Perkins i Grotzer (2005) l'alumnat no reconeix formes complexes de causalitat sense un procés d'aprenentatge que les motivi, de manera que ensenyar a pensar sistèmicament als alumnes millora la seva habilitat per raonar sobre temes pels quals presenten unes idees prèvies molt resistents. En la mateixa línia Chi (2005) argumenta que ensenyar sobre la causalitat en els fenòmens emergents capacitaria l'alumnat per entendre diversitat de processos pels quals habitualment presenten confusió.

Una altra interpretació d'aquests resultats té a veure explícitament amb les característiques del material didàctic i la poca experiència de l'alumnat amb relació a la tipologia d'activitats. Per a Jorg (2009) presentar els fenòmens des de la complexitat, fent visible aquells aspectes que normalment són més difícils de comprendre, contribueix a disminuir la resistència de les idees prèvies i per tant a una major predisposició a incorporar noves idees en els models interpretatius de l'alumnat. A més, d'altres recerques posen de manifest que l'ús limitat dels components del pensament sistèmic pot ser degut a la falta de familiaritat amb el tipus d'activitats i a la manca de repertori per part de l'alumnat per poder dur a terme raonaments més complexos. Per això cal avançar en augmentar la presència d'activitats adreçades al desenvolupament del pensament sistèmic, que presentin explícitament els fenòmens des de la perspectiva complexa per tal de dotar a l'alumnat dels recursos necessaris per elaborar les seves explicacions utilitzant també els components més complexos del pensament sistèmic . En aquest sentit

es pot afirmar que el material didàctic presenta els fenòmens socioambientals des de la perspectiva complexa però que l'alumnat no està familiaritzat amb el tipus d'activitats proposades i per això, **la influència del material didàctic per enriquir els models inicials de l'alumnat amb relació al pensament sistèmic ha estat més baixa del que es podria esperar.**

**Més enllà d'aquells aspectes que es mantenen inamovibles s'han evidenciat aspectes que sí que s'han mobilitzat al llarg de la unitat didàctica sota la perspectiva de les dimensions Nivell Escalar i Obertura del sistema.** En la dimensió Nivell Escalar es passa d'explicacions de dos nivells escalars que descriuen la relació entre el sistema i l'entorn o entre els components del sistema, a explicacions que de tres nivells escalars que descriuen la relació dels components del sistema amb l'entorn, o dels components del sistema amb d'altres sistemes. En la dimensió Obertura del Sistema es manté la visió del sistema com una entitat oberta i el que fluctua és la direccionalitat de la relació entre el sistema i l'entorn: del sistema cap a l'entorn, de l'entorn cap al sistema o una relació bidireccional entre el sistema i l'entorn. Així, per a les dues dimensions els canvis s'orienten cap a explicacions més elaborades al final de la unitat didàctica que no pas al principi, incorporant característiques dels fenòmens que reflecteixen una major complexitat.

En relació als nivells escalars aquests resultats posen de manifest que existeix una oportunitat per, a partir de les relacions local-global (Anar en cotxe a l'escola té efectes en la qualitat de l'aire) que principalment estableix l'alumnat, avançar cap a una millor contextualització d'aquestes i incorporar un tercer nivell, és a dir, fer un pas més en la comprensió dels fenòmens socioambientals i considerar relacions al nivell local-global-local (Anar en cotxe a l'escola té efectes en la qualitat de l'aire ja que augmenta la quantitat de partícules en suspensió, i això a la vegada té efectes en la meua salut) i al nivell global-local-global (Els canvis en la composició de l'atmosfera estan influïts pels residus que es produeixen en la combustió de combustibles fòssils, i això té efectes en el sistema de regulació de la temperatura del planeta).

En relació als límits del sistema els resultats posen de manifest que existeix una oportunitat per, a partir de les relacions majoritàriament antropocèntriques expressades del sistema cap a l'entorn (Les persones podem canviar els cursos dels rius en funció de la nostra conveniència), avançar cap a una concepció de la relació amb el medi més equitativa, que consideri també les relacions ambicèntriques reconeixent la capacitat de l'entorn de modificar les pròpies accions (Una crescuda inesperada del cabal del riu pot provocar inundacions de conseqüències devastadores) en el camí d'avançar cap a una relació de respecte i de reconeixement mutu establint un diàleg entre el poder que l'ésser humà exerceix sobre el medi i el poder que el medi pot exercir sobre l'ésser humà (Les persones necessitem l'aigua dels rius per regar els cultius, per alimentar el bestiar o per refrigerar les fàbriques, això es pot dur a terme respectant els cursos i els cabals dels rius i la seva qualitat, procurant alterar el mínim el seu ecosistema).

- **La presència dels components més complexos del pensament sistèmic està vinculada a unes fases concretes del cicle d'ensenyament-aprenentatge**

Els resultats evidencien que **l'alumnat s'expressa utilitzant els components del pensament sistèmic que pertanyen a un gradient de complexitat alt sobretot en les activitats inicials i finals de la unitat didàctica, mentre que els components del pensament sistèmic que**

**pertanyen a un gradient de complexitat baix es troben sobretot en les activitats intermèdies de la unitat didàctica.**

En base al cicle d'ensenyament i aprenentatge proposat per Jorba i Sanmartí (2002), (activitats d'exploració, introducció dels continguts, estructuració i d'aplicació) s'observa que els components més complexos del pensament sistèmic són en les de les fases d'exploració i d'aplicació, mentre que les activitats on s'han observat els components menys complexos del pensament sistèmic són les de la fase d'estructuració. Una anàlisi de les característiques d'aquestes fases pot ser un bon punt de partida per orientar el disseny de futures propostes educatives que pretenguin promoure l'ús del pensament sistèmic en la comprensió dels fenòmens. En primer lloc s'analitzen els resultats amb relació a l'expressió dels components de complexitat més alta i en segon els resultats amb relació a l'expressió dels components de complexitat més baixa.

Les activitats de la fase d'exploració tenen per finalitat poder connectar els continguts amb els interessos de l'alumnat, el seu pensament intuïtiu i les vivències quotidianes posant en joc els recursos disponibles amb relació a la tasca proposada. Les activitats de la fase d'aplicació, en canvi, tenen la finalitat de transferir el coneixement del context escolar al context quotidià, de manera que l'alumnat sigui capaç d'aplicar el nou coneixement a situacions diferents de les discutides col·lectivament a classe (Sanmartí, 2002).

Els resultats obtinguts evidencien que les activitats d'aquestes dues fases es mostren com a espais afavoridors de l'ús dels components més complexos del pensament sistèmic i que haurien acomplert les seves finalitats: en les activitats inicials l'alumnat posa en joc els recursos disponibles amb relació al fenomen d'estudi i aquests esdevenen explicacions senzilles però també, en alguns dels casos, explicacions més elaborades. D'altra banda, quan arriba el moment de transferir els coneixements apresos a contextos diferents dels treballats l'alumnat és capaç de realitzar abstraccions més complexes.

Les recerques evidencien que les formes més complexes de causalitat no apareixen de forma espontània en les explicacions de l'alumnat (García, 1995) ja que existeix una falta de familiaritat amb explicacions més elaborades i que les explicacions complexes contradirien les explicacions habituals i més familiars que es donen per a la causalitat quotidiana (Perkins & Grotzer, 2005). Els resultats d'aquesta recerca permeten posar en qüestió aquestes assumpcions en considerar que el pensament complex pot ser espontani. És a dir, existeix la possibilitat que l'alumnat s'expressi mitjançant explicacions elaborades de forma espontània, i això representa un punt de partida afavoridor del desenvolupament dels components més complexos del pensament sistèmic. Assumint aquest escenari el repte consisteix en **generar aquells contextos d'aprenentatge que possibilitin l'expressió de les idees de l'alumnat amb relació als components més complexos del pensament sistèmic.**

Les activitats de la fase d'estructuració tenen la finalitat d'ajudar a regular el procés d'aprenentatge per part de l'alumnat, per tal que l'alumnat prengui consciència del propi model construït fins al moment i de com expressar-lo de la manera més abstracta possible (Izquierdo & Aliberas, 2004). Els resultats reflecteixen que els components que l'alumnat utilitza en les activitats de la fase d'aplicació no s'han manifestat en la fase d'estructuració. És a dir, els coneixements que l'alumnat ha utilitzat en la comunicació del model construït en la fase d'estructuració representen un gradient de complexitat inferior als que utilitza en les explicacions de la fase d'aplicació. Per tant es podria interpretar que els



components utilitzats en la fase d'aplicació no s'expressen com a resultat del procés de modelització sinó com a part del conjunt d'idees prèvies de l'alumnat que troben en el context de les activitats d'aplicació l'espai adequat per ser expressades i que per tant les activitats del fase d'estructuració no han acomplert la seva finalitat. El repte que planteja aquesta situació és el de **dissenyar estratègies didàctiques que permetin basar el procés de modelització a partir de les idees expressades inicialment per l'alumnat per tal que les puguin aplicar utilitzant els continguts del model teòric.**

Una visió de síntesi per a les conclusions de l'objectiu 2.2 permet afirmar el següent:

Les característiques dels patrons expressats per l'alumnat amb relació al material didàctic posen de manifest els reptes i les oportunitats que des de la didàctica es poden recollir per contribuir als processos d'ambientalització curricular.

L'alumnat presenta un patró de pensament sistèmic consistent i resistent al canvi. Aquest fet es pot atribuir a diversos motius: la fortalesa de les idees prèvies, la no visibilitat dels aspectes complexos del fenomen estudiat, la manca de motivació per efectuar explicacions més elaborades o la falta de familiaritat amb les activitats proposades. Els objectius de la recerca no permeten determinar quin d'aquests motius és responsable dels resultats o si n'hi ha d'altres, però sí que permeten dibuixar els reptes de futur de cara a la orientació de noves propostes i aquests han d'anar encaminats a **enfortir la influència del material didàctic en el procés de modelització del pensament sistèmic.** El punt de partida són aquells aspectes que sí s'han transformat al llarg de la unitat didàctica i es concreten en la els nivells escalars dels fenòmens ambientals i en la relació dels límits del sistema amb el seu entorn. Aquest punt de partida permetria **avançar cap a una millor contextualització del fenomen tant espacial com temporalment i cap a una concepció de relació amb el medi basada en l'equitat que posa en valor la diversitat i en l'autonomia entesa des de la responsabilitat i la solidaritat.**

Els resultats evidencien la vinculació dels patrons de pensament sistèmic a les fases del cicle d'ensenyament i aprenentatge. Així, els patrons que representen les explicacions menys elaborades i que es troben més lluny del model teòric proposat es troben en la fase d'estructuració dels continguts, mentre que els patrons que representen les explicacions més elaborades i més properes al model teòric proposat es troben les fases d'exploració o d'aplicació dels continguts. Tot i això al no haver-hi evidències que l'alumnat hagi estructurat els continguts no es pot assegurar que l'alta complexitat trobada en les activitats de la fase d'aplicació provingui d'un procés de modelització exitós. Per tant, **la manca d'evidències sobre el procés d'estructuració pot explicar la baixa influència observada pel material didàctic en la mobilització de les idees prèvies de l'alumnat.**

Les característiques de les activitats de les fases inicial i final esdevenen un context afavoridor per a l'expressió del pensament sistèmic: es contextualitzen en situacions quotidianes i properes on l'alumnat n'és el protagonista (en la primera perquè es parteix de les seves idees prèvies, i en la segona perquè proposa actuacions que tindran un impacte en el medi), és a dir garanteixen la significativitat de l'activitat i el protagonisme de l'alumnat en el procés d'ensenyament i aprenentatge, trets característics del model didàctic constructivista. Aquesta situació posa de manifest un repte fonamental: **aprofitar les potencialitats de les característiques de les activitats de les fases d'exploració i d'aplicació dels continguts per repensar les activitats de la fase d'estructuració.**

### VII.1.2.3. Conclusions amb relació a l'objectiu 2

L'objectiu 2 de la recerca s'enuncia de la següent manera:

Objectiu 2: Identificar patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat en el context d'aplicació d'una d'unitat didàctica sobre conflictes socioambientals urbans

A continuació es presenten les conclusions que permeten respondre l'objectiu enunciat i s'orienten a la caracterització dels patrons expressats per l'alumnat tant amb relació a les dimensions del pensament sistèmic com amb relació al material didàctic, recollint les conclusions aportades en els objectius 2.1. i 2.2.

En observar els patrons de comportament de les dimensions i les categories del pensament sistèmic al llarg de la unitat didàctica s'observa un patró a nivell general i tres patrons a nivell específic.

- **Patró a nivell general**

Els resultats permeten afirmar l'evidència d'un patró de comportament de les dimensions i categories del pensament sistèmic amb relació a les activitats de la unitat didàctica, les característiques del qual es presenten com a afavoridores per al desenvolupament del pensament sistèmic.

Les dimensions que formen part d'aquest patró són la dimensió Nivell Escalar i Obertura del Sistema, i les activitats que formen part d'aquest patró són les activitats d'exploració i d'aplicació dels continguts. En concret, les dimensions presenten potencialitat de mobilització de les idees prèvies en la construcció del propi coneixement, i les activitats es mostren com un context afavoridor de l'expressió del pensament sistèmic utilitzant els continguts del model teòric.

Aquests resultats permeten identificar les característiques didàctiques més afavoridores per al desenvolupament del pensament sistèmic:

**Per tal d'abordar els fenòmens socioambientals des de la perspectiva sistèmica, es proposa presentar els fenòmens com a entitats obertes que poden interaccionar amb el medi a diferents nivells escalars.** Els resultats permeten afirmar que, partir dels nivells escalars on es poden dur a terme les interaccions amb relació a un fenomen i de la relació entre els límits del sistema i el seu entorn és significatiu per a l'alumnat i que és un bon punt de partida per poder abordar les altres dimensions que conformen la competència de pensar sistèmicament i que no han esdevingut tant significatives.

Les activitats afavoridores presenten unes característiques didàctiques específiques: (a) existeix una marcada contextualització del fenomen que pretenen abordar, a partir de situacions properes a l'alumnat i que formen part de la seva quotidianitat, de manera que per a resoldre-les l'alumnat ha de posar en joc els propis coneixements; (b) les activitats demanen utilitzar aquest coneixement amb relació a una acció, ja sigui una acció proposada o una acció del dia a dia de l'alumnat; (c) les activitats es poden fer un grup i que permeten la utilització de diferents llenguatges per expressar-se. Per tant, **per tal d'abordar els fenòmens socioambientals des de la perspectiva sistèmica, es proposa partir de situacions quotidianes i properes a l'alumnat, que posin el coneixement amb relació a les idees prèvies i als propis models construïts per situar les accions en el medi, possibilitant el treball en grup i la utilització de diversitat de llenguatges.**

- **Patrons a nivell específic**

Una mirada al comportament de cada dimensió amb relació a les activitats de la unitat didàctica permet identificar tres patrons diferenciats, aproximar-se al fenomen de forma més acurada i poder aportar orientacions específiques segons la dimensió.

El primer patró fa referència a les dimensions Nivell Escalar i Obertura del Sistema i en concret els resultats evidencien que les activitats de la *fase d'aplicació* esdevenen les més afavoridores del desenvolupament del pensament sistèmic, mentre que les activitats de la *fase d'estructuració* esdevenen les menys afavoridores.

El segon patró fa referència a les dimensions Patró d'Interacció, Flux d'Agents i Probabilitat en el grup I, i en concret els resultats evidencien que les activitats de la *fase d'estructuració i d'aplicació* esdevenen les més afavoridores del desenvolupament del pensament sistèmic, mentre que les activitats de la *fase d'exploració* esdevenen les menys afavoridores.

El tercer patró fa referència a les dimensions Patró d'Interacció, Flux d'Agents i Probabilitat en el grup II, i en concret els resultats evidencien que les activitats de la *fase d'exploració* esdevenen les més afavoridores del desenvolupament del pensament sistèmic, mentre que les activitats de les *fases d'estructuració i aplicació* esdevenen les menys afavoridores.

L'existència dels tres patrons específics posa de manifest la necessitat de **dissenyar estratègies didàctiques específiques en funció de la dimensió**: per a les dimensions Nivell Escalar i Obertura del Sistema es compliria el patró general descrit i a més a més, es confirmaria una de les conclusions apuntades en l'objectiu 2.2. que afirma que els components del pensament sistèmic que pertanyen a un gradient de complexitat baix es troben sobretot en les activitats intermèdies de la unitat didàctica. En canvi, els resultats per a les altres dimensions no permeten establir orientacions didàctiques generalitzables ja que el comportament de les dimensions està fortament arrelat al grup.

Un altre aspecte que emergeix d'observar aquests tres patrons és la necessitat de **replantejar la tipologia de les activitats de la fase d'estructuració** ja que aquestes es presenten com a poc afavoridores del pensament sistèmic. Cal fer un esforç per potenciar aquestes activitats per garantir la incorporació dels continguts al propi model de l'alumnat i que el pugui transferir en les activitats d'aplicació. La importància d'aquestes activitats és fonamental ja que per entendre els fenòmens des de la perspectiva complexa cal tenir informació però també cal saber estructurar-la a través de formes específiques de pensament (Penner, 2000). Per tant, calen materials didàctics que donin informació i que també ensenyin a estructurar-la, a saber utilitzar-la per identificar patrons, processos i relacionar-los, de manera que aquesta informació esdevingui significativa per l'alumnat (Grotzer & Basca, 2003).

Una visió de síntesi per a les conclusions de l'objectiu 2 permet afirmar el següent:

Les característiques dels patrons expressats per l'alumnat amb relació a les dimensions del pensament sistèmic i al material didàctic fan emergir patrons globals i patrons i patrons específics, diferenciats en funció de la dimensió i de les activitats de la unitat didàctica, que permeten orientar les propostes didàctiques per tal de contribuir als processos d'ambientalització curricular.

El patró global detalla les característiques generals del context afavoridor del desenvolupament de la competència de pensament sistèmic en la comprensió dels fenòmens socioambientals des de la

perspectiva dels principis i teories de la complexitat. Aquest context es caracteritza per unes **activitats que parteixen de situacions socialment rellevants, simples i que estan relacionades amb el contingut que es vol ensenyar, presentant els fenòmens socioambientals com a sistemes oberts, que mantenen relació amb el seu entorn generant interaccions que es poden produir a diferents nivells escalars**. Aquestes característiques es deriven de les dimensions Nivell Escalar i Obertura del Sistema i de les activitats de les fases d'exploració i d'aplicació, i estableixen el punt de partida per poder aproximar-se als fenòmens socioambientals des de les cinc dimensions del pensament sistèmic i desenvolupar-se al llarg d'una seqüència d'ensenyament i aprenentatge.

Els patrons específics defineixen les característiques específiques del context afavoridor del pensament sistèmic i posen de manifest els reptes que cal afrontar en el disseny d'activitats. En primer lloc els resultats permeten afirmar que **cal buscar estratègies específiques en funció de la dimensió que es vol desenvolupar**, ja que una mateixa estratègia no és vàlida per a totes les dimensions. En segon lloc plantegen un repte important: **cal reformular les activitats d'estructuració** per tal que siguin capaces de permetre la regulació del propi procés d'aprenentatge després d'haver discutit i qüestionat les pròpies idees i els nous punts de vista per tal de poder aplicar-les a d'altres contextos. Finalment els resultats posen de manifest **l'existència de dos processos d'aprenentatge viscuts per l'alumnat en funció del grup**. En un dels casos l'alumnat hauria seguit el procés tal i com es planteja en la definició del cicle d'ensenyament-aprenentatge, mentre que en l'altre l'alumnat no hauria estat capaç d'incorporar els continguts proposats.

Les implicacions didàctiques d'aquests resultats es concreten en l'apartat de conclusions amb relació a la finalitat on es fa una proposta d'ambientalització curricular per contribuir a la comprensió dels fenòmens socioambientals des de la perspectiva sistèmica.

### VII.1.3. Conclusions amb relació a la finalitat

La finalitat de la recerca s'enuncia d'aquesta manera:

Comprendre un cas d'estudi de disseny i implementació d'un material didàctic per establir estratègies orientadores del disseny d'activitats educatives que incorporin la perspectiva sistèmica contribuint al procés d'ambientalització curricular.

A continuació s'exposen les conclusions que permeten respondre la finalitat enunciada. En primer lloc es discuteix l'impacte del desenvolupament de la competència de pensament sistèmic amb relació a l'ambientalització curricular. En segon lloc es presenta una proposta d'ambientalització curricular basada en els patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat.

- **Impacte del pensament sistèmic en el procés d'ambientalització curricular**

Amb relació als criteris d'ambientalització curricular que ha de complir una activitat (Junyent et al., 2003) els resultats reflecteixen que la unitat didàctica compleix alguns d'aquests criteris, destacant les seves potencialitats i els reptes que cal assumir per orientar les propostes didàctiques que pretenguin incorporar la perspectiva sistèmica contribuint al procés d'ambientalització curricular:

- Contextualització: si bé les activitats proposades plantegen la ciutat com un sistema constituït per diferents nivells escalars, les accions proposades per l'alumnat se situen preferentment en l'escala local-global. En aquest sentit es planteja el repte de **buscar estratègies didàctiques per tal d'afavorir plantejaments d'accions estratègiques situades en l'escala local-global-local i/o global-local-global.**
- Compromís per a la transformació de les relacions entre la societat i la naturalesa: en concebre el sistema com una entitat oberta l'alumnat planteja l'existència d'una relació entre la societat i la naturalesa, concretament planteja la capacitat de les societats per modificar l'entorn en una concepció antropocèntrica del medi. El repte consisteix en poder **avançar cap a formes de relació amb el medi que incloguin un diàleg entre una visió antropocèntrica i una visió ambiocèntrica.**
- Tenir en compte el subjecte en la construcció del coneixement: **les activitats que situen l'alumne com a protagonista del procés d'aprenentatge esdevenen un context afavoridor del desenvolupament del pensament sistèmic,** per tant aquest resultat es recull com una de les estratègies que caldrà tenir en compte per al disseny d'activitats.
- Orientació prospectiva d'escenaris alternatius: en situar l'evolució dels sistemes en el temps i plantejar els possibles efectes i conseqüències de les accions proposades l'alumnat se situa en una concepció determinista, de manera que els escenaris de futurs que se'n deriven són limitats. Per tant, el repte que es planteja és **incorporar la incertesa i la impredictibilitat dels efectes de les accions proposades a l'hora**

**d'imaginar escenaris futurs**, ja que això permetria abordar els possibles escenaris de forma més oberta, donant lloc a alternatives diferents a les habituals.

- Integrar la complexitat en els models interpretatius de la realitat i del pensament: els resultats evidencien que l'alumnat s'ha expressat utilitzant els components del pensament sistèmic, i que les explicacions més elaborades que integren la perspectiva complexa estan fortament vinculats a les característiques d'algunes activitats. Per això es repte consisteix en **dissenyar activitats a partir de les característiques afavoridores del desenvolupament del pensament sistèmic per tal de poder millorar aquells aspectes que no han afavorit la integració de la complexitat en els models interpretatius.**

Per tot això es pot afirmar que **el disseny i l'aplicació d'una unitat didàctica sobre fenòmens socioambientals ha contribuït a desenvolupar la competència del pensament sistèmic en l'alumnat participant de forma coherent als plantejaments de l'ambientalització curricular.**

Una de les motivacions d'aquesta recerca és la de contribuir a incorporar els principis de la complexitat als models interpretatius de l'alumnat en el marc de l'ambientalització curricular, i per a fer-ho és necessari plantejar una reforma del pensament (Morin, 1996) per tal de formar una ciutadania capaç de gestionar les situacions de naturalesa complexa. Les característiques del pensament sistèmic permeten situar-lo com un cas particular d'interpretació dels fenòmens que integra els principis de la complexitat, per això es pot afirmar que el desenvolupament del pensament sistèmic contribueix a al desenvolupament del pensament complex. Els resultats obtinguts permeten identificar característiques pròpies del pensament complex en la forma de concebre els fenòmens per part de l'alumnat, ja que en finalitzar la unitat didàctica:

- L'alumnat concep els diferents nivells escalars en les interaccions tot i que no es té en compte la importància que pot tenir en nivells superiors els canvis en els nivells inferiors.
- L'alumnat concep el sistema com una entitat oberta i amb relació a l'entorn, tot i que aquesta relació es preferentment unidireccional i va del sistema a l'entorn.
- L'alumnat descriu diversitat de tipus d'interaccions més enllà de la identificació de les parts del sistema, tot i que les interaccions més significatives són de caràcter simple i no inclouen la no linearitat.

En canvi en d'altres aspectes cal seguir millorant, ja que en finalitzar la unitat didàctica:

- Les interaccions descrites per l'alumnat presenten un marcat caràcter centralitzador dels agents que les protagonitzen, fent palesa una resistència al pensament emergent.
- Les accions proposades per l'alumnat es caracteritzen per tenir conseqüències predictibles i conegudes, fent palès un marcat caràcter determinista amb relació a l'evolució dels sistemes en el temps.

Aquests dos aspectes es confirmen com a uns dels reptes més importants en la comprensió dels processos emergents que caracteritzen els fenòmens complexos. Malgrat tot es pot afirmar que **l'aplicació de la unitat didàctica sobre fenòmens socioambientals ha contribuït en el procés de transició cap al pensament complex en l'alumnat que hi ha participat.**

El pensament complex és una eina poderosa ja que permet, entre d'altres, obrir la ment, generant noves formes d'entendre la predicció, de pensar en les conseqüències de les accions. Aprendre i ensenyar el pensament complex és important perquè canvia el propi punt de vista sobre els fenòmens més quotidians i permet aproximar-s'hi des de la diversitat entesa com a riquesa, posant en valor les diferents opinions i acceptant la incertesa tant en el moment present com en el futur.

- **Proposta d'activitat d'ambientalització curricular basada en el pensament sistèmic**

A continuació es presenta una proposta d'ambientalització curricular que permeti establir estratègies que orientin el disseny d'activitats educatives que vulguin incorporar la perspectiva sistèmica a partir de les característiques identificades en els patrons expressats per l'alumnat.

- **Dissenyar estratègies específiques per a desenvolupar a competències específiques**

Els patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat estan vinculats a les dimensions, i en concret n'hi ha dues que es mostren més significatives que les altres a l'hora d'utilitzar explicacions més elaborades. Per això es proposa dissenyar activitats específiques per a cada una de les dimensions del pensament sistèmic: les activitats que vulguin desenvolupar el pensament sistèmic han de fer una demanda concreta a l'alumnat, especificant quin és el tipus de coneixement necessari per abordar la tasca proposada (Grotzer & Basca, 2003).

En primer lloc s'abordarien els fenòmens socioambientals des de la relació entre el sistema i l'entorn i en concret partint de la capacitat del sistema de modificar l'entorn. A partir d'aquí es pot abordar el compromís per a la transformació de les relacions entre la societat i la naturalesa, donant importància a la capacitat del medi de modificar les estructures humanes amb l'objectiu d'avançar cap a una comprensió dialògica entre la visió antropocèntrica i la visió ambiocèntrica.

En segon lloc s'abordaria l'aspecte escalar de la contextualització dels fenòmens socioambientals, i en concret partint de les accions que situades en l'escala local tenen un impacte a escala global. A partir d'aquest escenari i en la línia d'avançar cap a relacions bidireccionals es podria abordar la relació inversa: els efectes a escala local que poden tenir les accions que s'emplacen en una escala global. D'aquesta manera s'acabaria passant a contextualitzacions de tres nivells escalars.

En tercer lloc es proposa abordar la tipologia d'interaccions i el flux dels agents que tenen lloc en els fenòmens socioambientals i en concret partint de les interaccions simples, linears i unidireccionals. Aquestes interaccions defineixen les regles simples a partir de les quals s'autoorganitzen els sistemes complexos, i són significatives per l'alumnat. De manera que una bona comprensió d'aquestes interaccions i sobretot de l'impacte que aquestes interaccions tenen en les diferents escales del fenomen permetrien assolir les bases per a una posterior comprensió del caràcter emergent dels fenòmens. A continuació i de forma complementària s'abordaria el caràcter dels agents que participen

en aquestes interaccions. Així, en el procés d'identificar noves tipologies d'interaccions cada vegada més complexes, els agents que les protagonitzen també es transformaran.

Finalment cal abordar l'aspecte de l'evolució del sistema en el temps i la possibilitat de predir els possibles escenaris futurs. En concret cal partir d'una concepció determinista d'aquestes aspectes que troba una possibilitat de canvi en pensar les accions de forma estratègica i sotmeses a la impredecibilitat del context. És a dir, passar de situar accions puntuals a planificar estratègies d'actuació, que contemplin la possibilitat de canviar d'objectiu a mesura que s'executen i que contemplin l'existència d'efectes inesperats. D'aquesta manera es podria contribuir a incorporar la incertesa en la generació d'escenaris alternatius en pensar en el futur.

Tot i això la falta de familiaritat de l'alumnat amb aquest tipus d'activitats pot actuar com a barrera en no permetre explotar al màxim les potencialitats d'aquestes activitats. És en aquest sentit que Hmelo (2000) afirma que cal donar prou prioritat a les activitats específicament orientades al pensament sistèmic i que cal dissenyar materials que estiguin orientats a treballar explícitament els sistemes i a introduir a l'alumnat el llenguatge complex, de manera que garanteixi una comprensió més profunda dels sistemes complexos (Liu & Hmelo-Silver, 2009).

- **Les activitats han de ser diverses**

La diversitat d'estratègies didàctiques per fomentar l'ús del pensament sistèmic és un aspecte que emergeix dels resultats de la recerca. En observar les activitats afavoridores del pensament sistèmic es fa evident la diversitat en la tipologia de tasques encomanades a l'alumnat: la construcció d'un mural col·lectiu amb les idees prèvies de l'alumnat a partir de graffitis exposats en un museu donen peu a parlar del fenomen d'estudi d'una forma motivadora; l'elaboració d'un mapa conceptual o la presentació d'activitats quotidianes que s'han de relacionar amb el fenomen d'estudi serveixen per estructurar i organitzar el coneixement; la construcció de propostes d'actuació planificades seguint el model d'auditoria ambiental municipal i la pintada d'un graffiti són altres exemples d'activitats que han generat l'ús dels components més complexos del pensament sistèmic. D'altra banda, les activitats que permeten expressar-se amb el llenguatge oral com a complement del llenguatge escrit així com l'entrevista, també s'han mostrat com un context afavoridor per al desenvolupament del pensament.

Són diverses les recerques que aborden quina hauria de ser la tipologia més efectiva d'activitats i la conclusió a la qual es pot arribar és que els resultats més interessants s'obtenen de la combinació de diferents tipus d'activitats: les més populars són aquelles que utilitzen programaris informàtics dissenyats per a treballar amb l'alumnat aspectes específics del pensament sistèmic com ara l'emergència (Resnick, 1996b) o la relació entre processos, funcions i estructura (Hmelo-Silver & Azevedo, 2006). Tot i això l'efectivitat d'aquestes activitats augmenta en combinar-les amb altres materials didàctics (Riess & Mischo, 2009) com ara l'ús d'analogies per a la comprensió d'un fenomen científic presentat en un text (Clement & Yanowitz, 2003), la utilització de dibuixos i mapes conceptuals (Assaraf & Orion, 2005), els grups de discussió (Grotzer & Basca, 2003) o les activitats que donen especial rellevància a la competència lingüística (Assaraf & Orion, 2010b; Sanmartí, 2010).

Per tot això es pot afirmar que una de les característiques que ha de reunir una seqüència d'ensenyament-aprenentatge orientada al desenvolupament del pensament sistèmic és l'ús de diversitat d'activitats, donant espais suficients per a l'expressió de les idees en contextos diversos i utilitzant



llenguatges diferents per tal de generar oportunitats d'aprendre i d'expressar-se en termes de pensament sistèmic.

- **Les activitats han d'estar contextualitzades**

Els resultats d'aquesta recerca permeten afirmar que l'expressió mitjançant els components més complexos del pensament sistèmic està vinculada al tipus d'activitats i més concretament, a les activitats d'exploració i d'aplicació. Aquestes activitats tenen en comú la importància del context i de les situacions plantejades i connecten els continguts amb les accions en el medi. Així, aquestes activitats parteixen de situacions socialment rellevants per a l'alumnat, senzilles i en un context concret que està relacionat amb el contingut que es vol ensenyar i demanen a l'alumnat de connectar els continguts amb les propostes d'accions que l'alumnat haurà elaborat.

L'impacte d'una bona contextualització de les activitats en el desenvolupament del pensament sistèmic ha estat evidenciat per multitud de recerques: un context adequat ofereix a l'alumnat la motivació suficient per buscar explicacions més elaborades davant d'un fenomen (Grotzer, 2003); partir de situacions realistes i properes permet avançar cap a formes més complexes de pensament ja que situen l'alumnat com a part activa del fenomen (Wilensky & Resnick, 1999), contribuint a fer-lo protagonista del procés d'aprenentatge; quan es treballa amb un fenomen d'estudi real l'alumnat és més capaç d'identificar interaccions ja que entra en contacte amb el fenomen a través de la pròpia experiència i això facilita el desenvolupament del model mental incloent els continguts treballats (Assaraf & Orion, 2010a).

Per tot això es pot afirmar que una de les característiques que han de reunir les activitats d'una seqüència d'ensenyament-aprenentatge orientada al desenvolupament del pensament sistèmic és partir de situacions quotidianes i properes a l'alumnat, que permetin connectar la realitat amb el fenomen que es vol estudiar a partir de la planificació d'accions estratègiques en el medi.

Una visió de síntesi per a les conclusions de la finalitat permet afirmar el següent:

Els resultats de la recerca permeten afirmar que el disseny i l'aplicació d'un material didàctic sobre fenòmens socioambientals des de la perspectiva del pensament sistèmic ha afavorit la integració d'aspectes del pensament complex en els models interpretatius de l'alumnat i ha contribuït als processos d'ambientalització curricular.

D'altra banda els resultats evidencien els reptes que cal assumir en aquest procés. En concret pel que fa a les característiques del pensament complex cal buscar estratègies que permetin desenvolupar el pensament emergent i la incorporació de la incertesa a l'hora de plantejar accions en el medi. Pel que fa a les característiques de l'ambientalització curricular cal avançar en enfocaments que connectin les escales local i global de forma recíproca, generant un context que afavoreixi un posicionament dialogant entre l'autonomia i la dependència en vers el medi, situant l'alumnat com a protagonista del propi procés d'aprenentatge per tal d'afavorir la integració dels principis de la complexitat en la construcció del coneixement.

Finalment els resultats han permès elaborar una proposta per orientar el disseny d'estratègies didàctiques que vulguin afavorir el desenvolupament del pensament sistèmic en el marc de l'ambientalització curricular:

Si es vol aprofundir en el domini del pensament sistèmic calen materials didàctics específicament dissenyats per aquest propòsit, que siguin motivadors i significatius per a l'alumnat, que facin demandes concretes i explícites amb relació al tipus de coneixement que requereixen i que a part d'aportar informació ensenyin a estructurar-la per tal de poder identificar patrons, processos i relacionar-los.

La combinació de diferents tipus d'activitats afavoreix l'aprenentatge del pensament sistèmic. Una de les característiques de la unitat didàctica era la diversa tipologia d'activitats que es presentava a l'alumnat. Si el pensament sistèmic és important perquè obre perspectives i ajuda a posar en valor la diversitat d'escenaris la unitat didàctica també ho pretén mitjançant la diversitat d'activitats.

El context on es duu a terme l'aprenentatge ha d'afavorir la capacitat de construir coneixement a partir d'integrar noves maneres de mirar els fenòmens del món, més enllà de la recuperació i organització de la informació. Per això la bona contextualització de les activitats és fonamental per generar oportunitats d'aprenentatge partint de situacions de la vida real per tal que el fenomen d'estudi resulti prou motivador per buscar explicacions diferents a les habituals i fer l'alumnat esdevingui un agent actiu en el procés de construcció del coneixement.

## VII.2. Perspectives de futur

El desenvolupament d'aquesta recerca ha permès donar resposta a les preguntes plantejades inicialment i a la vegada ha plantejat noves qüestions i reptes, que emergeixen de les potencialitats identificades però també d'algunes de les limitacions que han sorgit durant el procés. A continuació es proposen algunes línies que poden orientar futures investigacions que donarien continuïtat al treball iniciat amb aquesta recerca.

- **Amb relació a l'ambientalització curricular**

El marc general on s'ha situat la recerca és el de l'ambientalització curricular, i concretament s'han tingut en compte els criteris d'ambientalització curricular que ha de complir una activitat o un programa educatiu per contribuir a l'esmentat procés. Els resultats posen de manifest que l'aplicació de la unitat didàctica ha permès abordar alguns d'aquests criteris però ha quedat a mig camí a l'hora d'abordar-ne d'altres. Per això es proposa com a possible continuïtat d'aquesta recerca buscar estratègies didàctiques que permetin abordar els criteris referents a l'orientació prospectiva dels escenaris futurs i en concret a la inclusió de la incertesa en el plantejament d'accions estratègiques en el medi, el dinamisme i la dimensió temporal entesos com els canvis que es produirien en el sistema com a resultat de la interacció amb l'entorn o entre el seus components en un eix temporal.

- **Amb relació als patrons de pensament sistèmic**

Una de les dificultats més notables en la investigació del pensament sistèmic és que encara no està clar com les persones arriben a desenvolupar aquestes formes de pensar i la recerca feta fins al moment només permet orientar o posar les bases per a la comprensió d'aquests processos (Resnick & Wilensky, 1998; Resnick, 1996a, 2001; Wilensky & Resnick, 1999). Per una banda, el coneixement aporta informació dels components constituents i les interaccions d'un sistema donat, i per altra, les explicacions proporcionarien el marc per a l'organització d'aquest coneixement (Grotzer & Basca, 2003; Penner, 2000). Així doncs, en la interacció entre el coneixement i les explicacions destaca la dificultat d'investigar com els estudiants arriben a comprendre els sistemes. En aquest sentit, les dificultats dels estudiants poden derivar d'un dèficit en la seva manera de pensar sobre l'emergència, d'un dèficit en el coneixement específic del domini, o de la combinació dels dos.

Aquesta recerca ha contribuït a aportar coneixement amb relació als processos de comprensió dels sistemes complexos per part de l'alumnat: una anàlisi en profunditat que aporta una diagnosi inicial amb relació als patrons de pensament sistèmic expressats per l'alumnat. Per això es proposen algunes línies de recerca que podrien complementar el treball iniciat en aquest àmbit:

Més enllà de caracteritzar com són les relacions causals que estableix l'alumnat es podria caracteritzar el seu contingut. És a dir, en aquesta recerca s'ha caracteritzat el *Com són* i el que es proposa és caracteritzar el *Què diuen*. Des d'aquesta perspectiva es podria caracteritzar quina és la concepció de medi que té l'alumnat o quins dels vectors ambientals són més significatius per l'alumnat a l'hora d'expressar-se en termes de pensament sistèmic.

En aquesta recerca s'ha fet una anàlisi dels components més significatius del pensament sistèmic per l'alumnat. Es proposa explorar la relació entre els components pertanyents a diferents dimensions, és a dir, analitzar quines relacions s'estableixen entre les diferents dimensions del pensament sistèmic, a partir d'observar quines categories s'utilitzen simultàniament i si hi ha relació.

- **Amb relació al disseny de materials didàctics**

La recerca sobre pensament sistèmic permet avançar en el coneixement dels seus processos d'ensenyament i aprenentatge, podent identificar aquells aspectes que necessiten ser més reforçats de manera que es puguin dissenyar instruments didàctics específics per aquests requeriments. (Liu & Hmelo-Silver, 2009). Aquesta recerca ha contribuït a la identificació d'aquells aspectes didàctics que afavoreixen el desenvolupament del pensament sistèmic i d'aquells que cal reforçar. Partint d'aquests resultats es proposen les següents línies de continuïtat:

Una primera línia de continuïtat passa per una mirada en detall a les activitats d'estructuració. Els resultats evidencien la necessitat de seguir investigant per obtenir estratègies didàctiques que contribueixin a la regulació dels processos d'aprenentatge per part de l'alumnat i a l'enriquiment dels propis models per poder transferir el coneixement après a nous contextos.

Un altre aspecte en el qual es podria aprofundir és en la influència del material didàctic amb relació a l'expressió de les idees de l'alumnat utilitzant els components del pensament sistèmic. Els resultats han posat damunt la taula que en el cas d'aquesta recerca la influència del material didàctic en el procés de modelització ha estat baixa, i de fet aquesta és una de les limitacions descrites en la literatura. És per això que caldria continuar investigant per determinar si les limitacions són pròpies del material didàctic i de com s'ha presentat el fenomen d'estudi o bé responen a d'altres motius.

Finalment, per seguir contribuint al disseny d'instruments didàctics específics per al desenvolupament del pensament sistèmic es proposa dur a terme l'elaboració d'una guia d'activitats concretes per a cada dimensió del pensament sistèmic.

- **Amb relació a l'instrument d'anàlisi del pensament sistèmic**

El disseny i l'aplicació de l'instrument d'anàlisi ha fet aflorar algunes limitacions amb relació a la dimensió Nivell Escalar.

La limitació se situa en què no s'ha pogut caracteritzar la direccionalitat de les relacions escalars. És a dir, aquesta dimensió aporta informació sobre els nivells escalars i els components que intervenen en una interacció però no permet identificar la direcció en la que es produeixen les relacions entre els nivells. Per exemple, en una interacció de tres nivells escalars en la que intervenen dos sistemes i quatre components estructurants, la categoria corresponent a aquesta interacció (micro4-meso2-macro) no permet expressar si la relació va del nivell micro al nivell meso, passa pel macro, es relaciona amb un altre sistema i finalitza amb efectes en els components estructurants d'aquest sistema. Per tant, en el procés de caracterització dels nivells escalars s'ha perdut informació. Per tot això es proposa seguir investigant per trobar instruments que permetin caracteritzar els aspectes complexos del pensament sistèmic sense perdre informació en aquest procés, de manera que molt probablement aquesta línia d'investigació passa per l'ús de les tecnologies i la representació tridimensional.

# **Referències bibliogràfiques**

- Assaraf, O., & Orion, N. (2005). Development of system thinking skills in the context of earth system education. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(5), 518–560.
- Assaraf, O., & Orion, N. (2010a). Four Case Studies, Six Years Later: Developing System Thinking Skills in Junior High School and Sustaining Them over Time. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(10), 1253–1280.
- Assaraf, O., & Orion, N. (2010b). System Thinking Skills at the Elementary School Level. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(5), 540–563.
- Barbas, A., & Psillos, D. (1997). Causal Reasoning as a Base for Advancing a Systemic Approach to Simple Electrical Circuits. *Research in Science Education*, 27(3), 445–459.
- Beck, U. (1998). *La sociedad del riesgo*. Barcelona: Paidós.
- Bencze, L., & Carter, L. (2011). Globalizing Students Acting for the Common Good. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(6), 648–669.
- Bernard, H. R., & Ryan, G. W. (2010). *Analyzing qualitative data :systematic approaches* (p. 451). Thousand Oaks, Calif.: Corwin.
- Bonil, J. (2005). *La recerca avaluativa d'un programa de l'assignatura de didàctica de les ciències experimentals dissenyat prenent com a marc teòric el paradigma de la complexitat: orientacions per al canvi*. Universitat Autònoma de Barcelona, Cerdanyola del Vallès.
- Bonil, J., & Calafell, G. (2006). Los retos actuales de la educación científica. In *Educación Primaria. Orientaciones y recursos*. (pp. 1–16). Madrid: Praxis.
- Bonil, J., Junyent, M., & Pujol, R. M. (2010). Educación para la sostenibilidad desde la perspectiva de la complejidad. *Revista Eureka*, 7(Nº extraordinario), 198–215. Retrieved from [http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen7/Numero\\_7\\_extra/Vol\\_7\\_Num\\_extra.htm](http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen7/Numero_7_extra/Vol_7_Num_extra.htm)
- Bonil, J., & Pujol, R. M. (2005). La aventura de integrar la complejidad en la educación científica de la ciudadanía. *Enseñanza de Las Ciencias, Número Ext.*
- Bonil, J., & Pujol, R. M. (2008). The paradigm of complexity. A new way of approaching scientific education in the community. *Culture Della Sostenibilità*, 3, 11–28.
- Breiting, S., Mayer, M., & Mogensen, F. (2005). *“Quality Criteria for ESD-Schools” Guidelines to enhance the quality of Education for Sustainable Development*. Vienna: Austrian Federal Ministry of Education, Science and Culture.
- Breiting, S., & Mogensen, F. (1999). Action competence and environmental education. *Cambridge Journal of Education*, 29(3), 349–353.
- Bronfenbrenner, U. (1994). Ecological Models of Human Development. In M. Gauvain & M. Cole (Eds.), *Readings on the development of children* (Vol. 2nd, pp. 37–43). NY: Freeman.
- Bryman, A. (2004). *Social research methods. Social Research* (Vol. 2, p. 592). Oxford: Oxford University Press. doi:10.4135/9781849209939

- Calafell, G. (2010). *L'emergència del diàleg disciplinar com a oportunitat per incorporar la complexitat en l'educació científica*. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Calvo, S. (1997). Prólogo. In *Educación ambiental para el desarrollo sostenible*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente.
- Cano, M. I. (2008). *Capítulo I. Las aportaciones del paradigma de la complejidad y de las perspectivas constructivas a la educación ambiental. Tesis Doctoral: La construcción de conocimiento relevante y significativo sobre la contaminación del agua. Una investigación cualitativa en 4º de ESO*. Universidad de Sevilla, Sevilla.
- Capra, F. (1998). *La trama de la vida, una nueva perspectiva de los sistemas vivos*. Barcelona: Anagrama.
- Carr, W., & Kemmis, S. (1988). *Teoría crítica de la enseñanza*. Barcelona: Martínez Roca.
- Chi, M. (2005). Commonsense Conceptions of Emergent Processes: Why Some Misconceptions Are Robust. *Journal of the Learning Sciences*, 14(2), 161–199.
- Cilliers, P. (2005). Complexity, deconstruction and relativism. *Theory Culture & Society*, 22(5), 255–267.
- Clement, C. A., & Yanowitz, K. L. (2003). Using an analogy to model causal mechanisms in a complex text. *Instructional Science*, 31, 195–225.
- Cloud, J. (2005). Some Systems Thinking Concepts for Environmental Educators during the Decade of Education for Sustainable Development. *Applied Environmental Education and Communication*, 4(3), 225–228.
- Davis, B. (2005). Complexity and Education: Some Vital Simultaneities. In *2005 Complexity Science and Educational Research Conference* (Vol. Louisiana, pp. 13–30).
- Davis, B., & Sumara, D. (2010). “If things were simple . . .”: complexity in education. *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, 16, 856–860.
- Del Rincón, D. (n.d.). *Metodologies qualitatives orientades a la comprensió*. Universitat Oberta de Catalunya.
- Delors, J. (1996). *La educación encierra un tesoro. Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo XXI*. Francia: Ediciones UNESCO.
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2006). Introduction The Discipline and Practice of Qualitative Research. In *Handbook of Qualitative Research* (pp. 1–20). doi:qualitative methoden; interpretative methoden; interpretatives paradigma;
- diSessa, A. (1988). Knowledge in pieces. In G. Forman & P. Bafall (Eds.), *Constructivism in the Computer Age* (pp. 49–70). Hillsdale, NJ.: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Doll, W. (2008). Complexity and the Culture of Curriculum. *Educational Philosophy and Theory*, 40(1), 190–212.
- Dufour, B. (2006). *L'interdisciplinarité, une discipline à enseigner?* Namur: Centre interfaces, Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix.

- Eggert, S., & Bögeholz, S. (2010). Students' Use of Decision-Making Strategies With Regard to Socioscientific Issues: An Application of the Rasch Partial Credit Model. *Science Education, 94*, 230–258.
- Eichler, M., & Fagundes, L. (2004). Conductas cognitivas relacionadas con el análisis de problemas ambientales. *Enseñanza de Las Ciencias, 22*(2), 287–298.
- Elizalde, A. (2009). ¿Qué desarrollo puede llamarse sostenible en el siglo XXI? La cuestión de los límites y las necesidades humanas. *Revista de Educación, N° extraor*, 53–75.
- Foundation, E. S. (2011). Report of the “Responses to Environmental and Societal Challenges for our Unstable Earth” (RESCUE) foresight initiative. Brussels: European Science Foundation.
- García, J. E. (1995). La transición desde un pensamiento simple hacia un pensamiento complejo en la construcción del conocimiento escolar. *Investigación En La Escuela, 27*, 7–20.
- García, J. E. (2001). La construcción de la noción de interacción. *Alambique, 27*.
- García, J. E. (2003). Investigando el ecosistema. *Investigación En La Escuela, 51*, 83–100.
- García, J. E. (2004). Los contenidos de la Educación Ambiental: una reflexión desde la perspectiva de la complejidad. *Investigación En La Escuela, 53*, 31–52.
- García, J. E. (2006). Los trabajos prácticos en la construcción del conocimiento biológico y geológico. *Alambique, 47*, 66–73.
- Geli, A. M., Junyent, M., Medir, R. M., & Padilla, F. (2006). *Ambientalització curricular en l'ensenyament obligatori: una proposta de definició, caracterització i estratègies*. Barcelona: Gpneralitat de Catalunya Departament de Medi Ambient i Habitatge.
- Gell-Mann, M. (1995). *El Quark y el jaguar: aventura en lo simple y lo complejo* (Vol. 2ª, p. 413). Barcelona: Tusquets.
- Goekler, J. (2003). Teaching for the Future: Systems Thinking and Sustainability. *Green Teacher, 70*, 8–14.
- Goldstone, R. (2006). The Complex Systems See-Change in Education. *Journal of the Learning Sciences, 15*(1), 35–43.
- Goldstone, R., & Wilensky, U. (2008). Promoting transfer complex systems principles. *Journal of the Learning Sciences, 17*(4), 465–516.
- Gómez, A. (2005). *La construcción de un modelo de ser vivo en la escuela primaria: una visión escalar*. Universitat Autònoma de Barcelona, Cerdanyola del Vallès.
- Gómez, A., Pujol, R. M., & Sanmartí, N. (2006). Pensar, actuar y hablar sobre los seres vivos alrededor de una maqueta. *Alambique, 47*, 48–55.
- Gorgorió, N. (2005). La recerca en didàctica de les ciències i les matemàtiques. In *Doctorat en didàctica de les ciències i les matemàtiques*. Cerdanyola del Vallès: Universitat Autònoma de Barcelona.



- Gorgorió, N. (2008). L'estudi de cas. In *Programa de Doctorat en didàctica de les ciències i les matemàtiques*. Cerdanyola del Vallès: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Grotzer, T. A. (2003). Learning to understand the forms of causality implicit in scientifically accepted explanations. *Studies in Science Education*, 39(1), 1–74.
- Grotzer, T. A., & Basca, B. B. (2003). Helping students to grasp the underlying causal structures when learning about ecosystems: how does it impact understanding? *Journal of Biological Education*, 38(1), 16–29.
- Hmelo-Silver, C., & Azevedo, R. (2006). Understanding Complex systems: Some Core Challenges. *Journal of the Learning Sciences*, 15(1), 53–61.
- Hmelo-Silver, C., Holton, D. L., & Kolodner, J. L. (2000). Designing to Learn About Complex Systems. *Journal of the Learning Sciences*, 9(3), 247 — 298.
- Hmelo-Silver, C., Marathe, S., & Liu, L. (2007). Fish swim, rocks sit, and lungs breathe: Expert–novice understanding of complex systems. *Journal of the Learning Sciences*, 16(3), 307–331.
- Hodson, D. (2003). Time for action: Science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25(6), 645–670.
- Holland, J. (1998). *Emergence: from chaos to order*. Massachusetts: Helix.
- Hopkins, C. (2010). International Symposium of the International Network for Reorienting Teacher Education towards Sustainability. París.
- Huckle, J. (2010). ESD and the Current Crisis of Capitalism: Teaching Beyond Green New Deals. *Journal of Education for Sustainable Development*, 4(135), 142.
- Ibarra, M., & Gil, M. J. (2009). Uso del concepto de sucesión ecológica por alumnos de secundaria: la predicción de los cambios en los ecosistemas. *Enseñanza de Las Ciencias*, 27(1), 19–32.
- Innerarity, D. (2010). *Incertesa i creativitat. Educar per a la societat del coneixement. Debats d'educació*, 18. Barcelona: Fundació Jaume Bofill. Retrieved from <http://www.debats.cat>
- Izquierdo, M., & Aliberas, J. (2004). *Pensar, actuar i parlar a la classe de ciències*. Cerdanyola del Vallès: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Izquierdo, M., Espinet, M., Bonil, J., & Pujol, R. M. (2004). Ciencia escolar y complejidad. *Investigación En La Escuela*, 53, 21–29.
- Jacobson, M., & Wilensky, U. (2006). Complex Systems in Education: Scientific and Education Importance and Implications for the Learning Sciences. *Journal of the Learning Sciences*, 15(1), 11–34.
- Jakobsson, A., Makitalo, A., & Saljo, R. (2009). Conceptions of Knowledge in Research on Students' Understanding of the Greenhouse Effect: Methodological Positions and Their Consequences for Representations of Knowing. *Science Education*, 93, 978–995.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (2003). La enseñanza y el aprendizaje de la biología. In *Enseñar ciencias* (pp. 119–146). Barcelona: Graó.

- Johnson, E. S. (2008). Ecological Systems and Complexity Theory: Toward an alternative model of accountability in education. *Complicity*, 5(1), 1–10.
- Johnson, S. (2003). *Sistemas emergentes, O qué tienen en común hormigas, neuronas, ciudades y software*. México D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- Jörg, T. (2009). Thinking in complexity about learning education: a programmatic view. *Complicity*, 6(1), 1–22.
- Junyent, M., Geli, A. M., & Arbat, A. M. (2003). Características de la ambientalización Curricular: modelo ACES. In *AMBIENTALIZACIÓN CURRICULAR DE LOS ESTUDIOS SUPERIORES. 2- Proceso de Caracterización de la Ambientalización Curricular de los Estudios Superiores*. Girona: Universitat de Girona-Red ACES.
- Kali, Y., Orion, N., & Elon, B. (2003). The effect of knowledge integration activities on students' perception of the earth's crust as cyclic system. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 545–565.
- Knoblauch, H., Flick, U., & Maeder, C. (2005, September 30). Qualitative Methods in Europe: The Variety of Social Research. *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research*. Retrieved from <http://www.qualitative-research.net/index.php/fqs/article/view/3/7>
- Kohlbacher, F. (2006). Qualitative Content Analysis in Case Study Research \_ Kohlbacher \_ Forum Qualitative Sozi. *Forum Qualitative Social Research*, 7.
- Krasny, M. E. (2009). A response to Scott's concerns about the relevance of environmental education research: applying social–ecological systems thinking and consilience to defining research goals . *Environmental Education Research*, 15(2), 189 <last\_page> 198–198. doi:10.1080/13504620902770352
- Latorre, A., Rincón Igea, D. del, & Arnal Agustín, J. (2003). *Bases metodológicas de la investigación educativa* (p. [5] f., 315). Barcelona: Experiencia.
- Leal Filho, W. (2009). La educación para la sostenibilidad: iniciativas internacionales. *Revista de Educación, N° extraor*, 263–277.
- Lesh, R. (2006). Modeling Students Modeling Abilities: The Teaching and Learning of Complex Systems in Education. *Journal of the Learning Sciences*, 15, 45–52.
- Lewins, A., & Silver, C. (2006). Choosing a CAQDAS Package. *Analysis*, 1–47.
- Lewis, R. B. (2004). NVivo 2.0 and ATLAS.ti 5.0: A Comparative Review of Two Popular Qualitative Data-Analysis Programs. *Field Methods*, 16, 439–464. doi:10.1177/1525822X04269174
- Lincoln, & Guba. (1985). How can the naturalist meet these trustworthiness criteria. In *Naturalistic inquiry* (pp. 301–319).
- Liu, L., & Hmelo-Silver, C. (2009). Promoting Complex Systems Learning through the Use of Conceptual Representations in Hypermedia. *Journal of the Learning Sciences*, 46(9), 1023–1040.
- Losito, B., & Mayer, M. (1995). The challenge of complexity to environmental education. In *Environmental Education and Educational Innovation* (pp. 55–66). Frascati, Italia: CEDE - Centro Europeo Dell'Educazione.

- Lotz-Sisitka, He. (2008). Utopianism and Educational Processes in the United Nations Decade of Education for Sustainable Development. *Canadian Journal of Environmental Education*, 13(1), 134–152.
- Márquez, C., Roca, M., Gómez, A., Sardà, A., & Pujol, R. M. (2004). La construcción de modelos explicativos complejos mediante preguntas mediadoras. *Investigación En La Escuela*, 53, 71–81.
- Martin, S., Brannigan, J., & Hall, A. (2005). Sustainability, Systems Thinking and Professional Practice . *Journal of Geography in Higher Education*, 29(1), 79 <last\_page> 89. doi:10.1080/03098260500030389
- Mayer, M. (2001). Reglas y creatividad en la ciencia y en el arte. In *Seminario Internacional Descubrir, imaginar, conocer: ciencia, arte y medio ambiente*. (Vol. Cemacam, T).
- Mayer, M. (2003). Nuevos retos para la educación ambiental. In *Jornadas de Educación Ambiental de Cantabria* (Vol. El Astille).
- Mayor Zaragoza, F. (2009). La problemática de la sostenibilidad en un mundo globalizado. *Revista de Educación*, N° extraor, 25–52.
- Mayring, P. (2000). Qualitative Content Analysis. *Forum Qualitative Social Research*. Retrieved from <http://www.qualitative-research.net/index.php/fqs/article/view/1089/2386>
- Merriam, S. B. (1998). Case Studies as Qualitative Research. In *Case study research in education: a qualitative approach* (pp. 26–43). Retrieved from [http://books.google.es/books/about/Case\\_study\\_research\\_in\\_education.html?id=F23uAAAAMAAJ&pgis=1](http://books.google.es/books/about/Case_study_research_in_education.html?id=F23uAAAAMAAJ&pgis=1)
- Milbrath, L. (1989). *Envisioning a sustainable society*. New York: State University of New York.
- Morin, E. (1996). Por una reforma del pensamiento. *Correo de La Unesco*, Febrer, 10–14.
- Morin, E. (2001a). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. Madrid: Paidós.
- Morin, E. (2001b). *Tenir el cap clar, per organitzar els coneixements i aprendre*. Barcelona: La Campana.
- Novo, M., & Murga, M. A. (2010). Educación ambiental y ciudadanía planetaria. *Revista Eureka*, 7(N° extraordinario), 179–186.
- O'Connor, J., & McDermott, I. (2000). *Introducción al pensamiento sistémico :recursos esenciales para la creatividad y la resolución de problemas* (p. 302). Argentina; España etc.: Urano.
- OECD. (2001). *Definition and Selection of Competencies: Theoretical and Conceptual Foundations (DeSeCO)*. OECD.
- Osberg, D. (2005). Redescubriendo “Education” in Complex Terms. *Complicity*, 2(1), 81–83.
- Osberg, D., Biesta, G., & Cilliers, P. (2008). From representation to emergence: complexity’s challenge to the epistemology of schooling. *Educational Philosophy and Theory*, 40(1), 213–227.
- Palmer, J., & Suggate, J. (2004). The development of children’s understanding of distant places and environmental issues: report of a UK longitudinal study of the development of ideas between

the ages of 4 and 10 years . *Research Papers in Education*, 19(2), 205 <last\_page> 237–237.  
doi:10.1080/02671520410001695434

- Park, J., & Pak, S. (1997). Student's responses to experimental evidence based on perceptions of causality and availability of evidence. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(1), 57–67.
- Penner, D. (2000). Explaining systems: Investigating middle school students' understanding of emergent phenomenon. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(8), 784–806.
- Perkins, D., & Grotzer, T. A. (2005). Dimensions of causal understanding: the role of complex causal models in students' understanding of science. *Studies in Science Education*, 41(1), 117–165.
- Piñuel Raigada, J. L. (2002). Epistemología , metodología y técnicas del análisis de contenido. *Estudios de Sociolingüística*, 3, 1–42.
- Prigogine, I. (1983). *¿Tan sólo una ilusión? Una exploración del caos al orden* (p. 322). Barcelona: Tusquets.
- Prigogine, I. (2002). La flecha del tiempo y el fin de la certidumbre. In J. Bindé & I. Prigogine (Eds.), *Claves para el siglo XXI* (pp. 19–25). París: Unesco.
- Prigogine, I., & Nicolis, G. (1994). *La estructura de lo complejo*. Madrid: Alianza.
- Pujol, R. M. (1999). Ambientaltzació i escola. *Perspectiva Escolar*, 235, 2–7.
- Pujol, R. M. (2005). Construir una escola que eduqui pel desenvolupament sostenible. *Guix*, 316-317, 8–12.
- Pujol, R. M., & Bonil, J. (2004). Una propuesta de ambientalización curricular desde la formación científica: el caso del crecimiento humano. In M. Junyent & A. M. Geli (Eds.), *Ambientalización Curricular de los Estudios Superiores* (Vol. 2, pp. 151–171). Girona: Universitat de Girona. Red ACES.
- Pujol, R. M., & Espinet, M. (2004). Construir el model d'ésser viu a l'escola infantil i primària. In *Aportacions del I i II Seminari -Taller d'Educació Científica (3-10 anys)*. Barcelona.
- Resnick, M. (1994). *Turtles, termites, and traffic jams: explorations in massively parallel microworlds* (p. 222). Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Resnick, M. (1996a). Beyond the centralized mindset. *Journal of the Learning Sciences*, 5(1), 1–22.
- Resnick, M. (1996b). New paradigms for computing, new paradigms for thinking. In Y. Kafai & M. Resnick (Eds.), *Constructionism in practice: Designing, thinking, and learning in a digital world* (pp. 255–268). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Resnick, M. (2001). *Tortugas, termitas y atascos de tráfico: exploraciones sobre micromundos masivamente paralelos* (Vol. 1ª, p. 222). Barcelona: Gpdisa.
- Resnick, M., Berg, R., & Eisenberg, M. (2000). Beyond Black Boxes: Bringing Transparency and Aesthetics Back to Scientific Investigation. *Journal of the Learning Sciences*, 9(1), 7–30.
- Resnick, M., & Wilensky, U. (1998). Diving into complexity: Developing probabilistic decentralized thinking through role-playing activities. *Journal of the Learning Sciences*, 7(2), 153–172.

- Riess, W., & Mischo, C. (2009). Promoting Systems Thinking through Biology Lessons. *International Journal of Science Education*, 32(6), 705–725.
- Rivarosa, A., & Perales, F. J. (2006). La resolución de problemas ambientales en la escuela y en la formación inicial de maestros. *Revista Iberoamericana de Educación*, 40, 111–124.
- Roberts, C. W. (2001). Content Analysis. In N. J. Smelser & P. B. Baltes (Eds.), *International encyclopedia of the social & behavioral sciences* (pp. 2697–2702). Oxford: Elsevier Science Ltd.
- Rychen, D. S., & Salganik, L. H. (Eds.). (2005). *The definition and Selection of key Competencies. Executive summary*. Paris: OECD.
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria*. Madrid: Síntesis.
- Sanmartí, N. (2010). Ser competent llegint ciències. In C. Márquez & A. Prat (Eds.), *Competència científica i lectora a secundària*. Barcelona: Rosa Sensat.
- Sanmartí, N., & Pujol, R. M. (2002). ¿Qué comporta “capacitar para la acción” en el marco de la escuela? *Investigación En La Escuela*, 46, 49–54.
- Santesmases, J. S. (2009). Els paradigmes científics en la investigació educativa i el model de camp psicològic. *Temps d'Educació*, 37, 235–252. Retrieved from <http://www.raco.cat/index.php/TempsEducacio/article/viewFile/186894/241880>
- Sauvé, L. (2005). Currents in Environmental Education: Mapping a Complex and Evolving Pedagogical Field. *Canadian Journal of Environmental Education*, 10(1), 11–37.
- Schauble, L., Glaser, R., Raghavan, K., & Reiner, M. (1991). Causal Models and Experimentation Strategies in Scientific Reasoning. *Journal of the Learning Sciences*, 1(2), 201–238.
- Sheehy, N. P., Wylie, J. W., McGuinness, C., & Orchard, G. (2000). How Children Solve Environmental Problems: Using computer simulations to investigate systems thinking. *Environmental Education Research*, 6(2), 109 <last\_page> 126. doi:10.1080/713664675
- Sleurs, W. (Ed.). (2008). *Competencies for ESD (Education for Sustainable Development) teachers. CSCT Project. A framework to integrate ESD in the curriculum of teacher training institutes*. Brussels: Comenius Project. Retrieved from [http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/esd/inf.meeting.docs/EGonInd/8mtg/CSCT\\_Handbook\\_Extract.pdf](http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/esd/inf.meeting.docs/EGonInd/8mtg/CSCT_Handbook_Extract.pdf)
- Solsona, N., Izquierdo, M., & Gutiérrez, R. (2000). El uso de razonamientos causales en relación con la significatividad de los modelos teóricos. *Enseñanza de Las Ciencias*, 18(1), 15–23.
- Stake, R. E. (1995). *The art of case study research. The art of case study research* (p. 175). doi:10.1108/eb024859
- Stake, R. E. (2006). *Multiple case study analysis*. New York: Guilford Press.
- Sterling, S. (2001). *Sustainable Education: Revisioning Learning and Change*. Totnes, UK: Green Books.
- Sterling, S. (2004). Systemic thinking. In D. Tilbury & D. Wortman (Eds.), *Engaging People in Sustainability* (pp. 77–93). Cambridge: IUCN.
- Sterling, S. (2010). *Educación Sostenible*. Madrid: Bubok Publishing.

- Sterman, J. D., & Sweeny, L. B. (2002). Cloudy skies: assessing public understanding of global warming. *System Dynamics Review*, 2011(10/31/2011), 240.
- Sweeny, L. B., & Sterman, J. D. (2000). Bathtub dynamics: Initial results of a systems thinking inventory. *System Dynamics Review*, 16, 249–286.
- Sweeny, L. B., & Sterman, J. D. (2007). Thinking about systems: student and teacher conceptions of natural and social systems. *System Dynamics Review*, 23(2/3), 285–312.
- Thomas, G. (2009). *How to do Your Research Project: A Guide for Students in Education and Applied Social Sciences* (p. 328). Thousand Oaks, California: Sage. Retrieved from <http://www.amazon.co.uk/How-Your-Research-Project-Education/dp/1446258874>
- Tilbury, D. (2011). *Education for Sustainable Development: An Expert Review of Processes of Learning*. Paris: UNESCO.
- UNESCO. (2009). Bonn Declaration. UNESCO World Conference on Education for Sustainable Development. . Bonn, Germany: UNESCO.
- United Nations Economic and Social Council. (2011). The competences for educators in education for sustainable development. ECE/CEP.
- Verd, J. M. (2009). El análisis de contenido. In *SAIC: Seminario Avanzado de Investigación Cualitativa*. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Von Bertalanffy, L. (1976). *Teoría general de los sistemas* (1ª edición.). México: Fondo de Cultura Económica.
- Von Bertalanffy, L. (1982). *Perspectivas en la teoría general de sistemas: estudios científico-filosóficos* (Vol. 2ª, p. 166). Madrid: Alianza.
- White, P. A. (1997). Naïve ecology: Causal judgments about a simple ecosystem. *British Journal of Psychology*, 88(2), 219–233.
- Wilensky, U., & Resnick, M. (1999). Thinking in levels: a dynamic systems approach to making sense of the world. *Journal of Science Education and Technology*, 8(1), 3–19.
- Wylie, J. W., Sheehy, N. P., McGuinness, C., & Orchard, G. (1998). Children's thinking about air pollution: A systems theory analysis. *Environmental Education Research*, 4(2), 117–137.
- Yin, R. K. (1994). *Case study research: design and methods*, *Applied Social Research Methods Series, vol. 5. Essential guide to qualitative methods in organizational research* (Vol. 1, p. 3). London: Sage. doi:10.2307/2987754

# **Índexs d'acrònims, taules i figures**





# Acrònims

## Fases de la unitat didàctica

UD	Unitat didàctica
FEX	Fase d'exploració
FIC	Fase d'introducció dels continguts
FES	Fase d'estructuració
FAC	Fase d'aplicació dels continguts

## Les dimensions del pensament sistèmic i les seves categories

Dimensió NE	Nivell Escalar
Dimensió OS	Obertura del Sistema
Categoria ST	Sistema tancat
Categoria SO	Sistema Obert
Categoria SE	Sistema Entorn
Categoria ES	Entorn Sistema
Categoria SR	Sistema Recíproc
Dimensió PI	Patró d'Interacció
Categoria NI	No interacció
Categoria ILSN	Interacció Linear Simple Neutra
Categoria ILS	Interacció linear simple
Categoria ILM	Interacció linear múltiple
Categoria ILMC	Interacció linear múltiple convergent
Categoria ILM D	Interacció linear múltiple divergent
Categoria ID	Interacció dòmino
Categoria IDM	Interacció dòmino mixta
Categoria IRET	Interacció retroactiva
Categoria IREC	Interacció recursiva
Dimensió FA	Flux d'Agents
Categoria AD	Agents Dispersos
Categoria ACE	Agents Centrals
Categoria ACA	Agents Cadena
Categoria AX	Agents Xarxa
Categoria AE	Agents Emergents
Dimensió P	Probabilitat
Categoria PD	Probabilitat determinista
Categoria PMA	Probabilitat moderada d'atzar
Categoria PDI	Probabilitat d'indeterminació

## Instrument d'anàlisi del pensament sistèmic

- Gp** **Gradient presència d'una categoria:** és el paràmetre que fa referència a la presència de les categories en les activitats i les fases de la unitat didàctica, és a dir, nombre de fases de la unitat didàctica on és present una categoria i la proporció d'activitats de cada fase on hi és present.
- Ge** **Grau d'expressió d'una dimensió:** és el paràmetre que fa referència al desenvolupament de les dimensions i permet expressar la presència, la freqüència i les tendències de les categories i de la dimensió en el seu conjunt.
- Pd** **Potencial de desenvolupament d'una fase de la unitat didàctica:** és el paràmetre que fa referència a les característiques de les activitats d'una fase de la unitat didàctica amb relació a la presència i freqüència de les categories, és a dir, representa quines són les categories de major i menor freqüència i quines són les categories de major i menor complexitat presents en les activitats i en les fases.
- Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica:** és el paràmetre que fa referència al desenvolupament del material didàctica i permet expressar la relació de les categories en les activitats, les fases de la unitat didàctica i la unitat didàctica en conjunt.

# Índexs de taules

Taula 1: Nivells de comprensió del pensament sistèmic .....	52
Taula 2: paradigmes principals en investigació qualitativa, Adaptació de Bryman (2004) .....	83
Taula 3: Criteris de qualitat en investigació qualitativa, Adaptació de (Latorre et al., 2003).....	85
Taula 4: Continguts estructurants del material didàctic.....	89
Taula 5: Característiques de l'alumnat que forma el cas d'estudi.....	91
Taula 6: Característiques de les dimensions de l'instrument d'anàlisi del pensament sistèmic.....	101
Taula 7: Característiques de les categories de l'instrument d'anàlisi del pensament sistèmic .....	102
Taula 8: Dimensions i categories deductives de l'instrument d'anàlisi del pensament sistèmic.....	103
Taula 9: Categories que formen la dimensió 1 de l'instrument.....	106
Taula 10: Categories que formen la dimensió 2 de l'instrument.....	107
Taula 11: Categories que formen la dimensió 3 de l'instrument.....	108
Taula 12: Categories que formen la dimensió 4 de l'instrument.....	108
Taula 13: Categories que formen la dimensió 5 de l'instrument.....	109
Taula 14: Taula per a la caracterització de les categories.....	112
Taula 15: quantitat d'activitats de cada fase que formen la mostra .....	114
Taula 16: Relació entre el valor numèric i el valor qualitatiu per obtenir el gradient de presència de les categories .....	114
Taula 17: Taula de resultats per al Gradient de presència de les categories.....	114
Taula 18: Exemple de taula d'assignació de valors relatius en el procés d'obtenció del gradient de presència de les categories .....	115
Taula 19: Exemple de taula d'assignació de valors qualitius en el procés d'obtenció del gradient de presència de les categories.....	115
Taula 20: Relació entre el grau de complexitat en les categories i el valor qualitatiu assignat .....	117
Taula 21: Interpretació dels paràmetres d'emergència del gradient d'expressió de la dimensió .....	118
Taula 22: Exemple de taula de representació dels valors dels paràmetres per a l'emergència del gradient d'expressió de la dimensió .....	119
Taula 23: Exemple del procediment d'assignació del valor numèric o categoria corresponent en l'obtenció del gradient d'expressió de la dimensió .....	119
Taula 24: Exemple del procediment d'assignació del valor qualitatiu en l'obtenció del gradient d'expressió de la dimensió.....	119
Taula 25: Exemple d'interpretació dels valors en l'obtenció del gradient d'expressió de la dimensió.....	119
Taula 26: Exemple d' Obtenció grau expressió dimensió.....	120
Taula 27: Exemple de taula d'organització dels paràmetres de caracterització de les activitats i fases de la unitat didàctica .....	123
Taula 28: Nombre de categories de cada dimensió.....	125
Taula 29: Interpretació dels paràmetres per a l'emergència del potencial de desenvolupament de les fases... 126	
Taula 30: Exemple de taula on es recullen els valors per a l'emergència del potencial de desenvolupament de les fases .....	127
Taula 31: Exemple d' Assignació de valor numèric o categoria corresponent en l'obtenció del potencial de desenvolupament de les fases.....	127
Taula 32: Exemple d' Assignació de valor qualitatiu en l'obtenció del potencial de desenvolupament de les fases .....	127
Taula 33: Exemple Interpretació dels valors obtinguts en l'obtenció del potencial de desenvolupament de les fases .....	128
Taula 34: Exemple d' Obtenció del potencial de desenvolupament de la fase .....	128

Taula 35: Exemple d'interpretació dels valors per a l'emergència del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica .....	131
Taula 36: Exemple d'organització dels paràmetres per a l'emergència del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica .....	131
Taula 37: Exemple d'assignació del valor numèric o categoria corresponent en l'obtenció del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica.....	132
Taula 38: Exemple d'assignació del valor qualitatiu en l'obtenció del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica .....	132
Taula 39: Exemple d'interpretació dels valors l'obtenció del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica .....	132
Taula 40: Exemple d' Obtenció del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica .....	133
Taula 41: Correspondència de valors numèrics, valors qualitius i valors cromàtics .....	135
Taula 42: Exemple de relació de color assignat a cada categoria en funció del seu valor qualitatiu.....	136
Taula 43: Taula d'obtenció de color emergent.....	136
Taula 44: Exemple de definició dels paràmetres bàsics per a la representació dels resultats en l'obtenció del gradient de presència de la categoria.....	138
Taula 45: Exemple d' Assignació de valor cromàtic als paràmetres bàsics en l'obtenció del gradient de presència de la categoria.....	138
Taula 46: Exemple de definició dels paràmetres bàsics en l'obtenció del gradient d'expressió de la dimensió per a la seva assignació cromàtica.....	140
Taula 47: Exemple d'Assignació de valor cromàtic als paràmetres bàsics l'assignació cromàtica del gradient d'expressió de la dimensió .....	140
Taula 48: Exemple de definició dels paràmetres bàsics en l'obtenció del Potencial de desenvolupament de les fases per a la seva assignació cromàtica.....	142
Taula 49: Exemple d'Assignació de valor cromàtic als paràmetres bàsics l'assignació cromàtica del Potencial de desenvolupament de les fases.....	143
Taula 50: Exemple de definició dels paràmetres bàsics en l'obtenció del Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica per a la seva assignació cromàtica .....	145
Taula 51: Descripció dels espais afavoridors del pensament sistèmic .....	147
Taula 52: Característiques de l'aplicació de la unitat didàctica .....	150
Taula 53: Calendari d'aplicació de la unitat didàctica.....	150
Taula 54: Característiques de l'aplicació de l'entrevista als grups de treball.....	150
Taula 55.....	156
Taula 56: Relació de les activitats escollides per a la mostra .....	156
Taula 57: Codificació de les activitats i l'entrevista com a mostra de la recerca.....	156
Taula 58: Correspondència entre la nomenclatura dels documents primaris i les mostres en la unitat hermenèutica del grup II .....	160
Taula 59: Justificació de codis associats a una unitat de significat, exemple 1 .....	165
Taula 60: Justificació de codis associats a una unitat de significat, exemple 2 .....	165
Taula 61: Exemple de taula de freqüències de resultats preliminars .....	166
Taula 62: Relació dels paràmetres obtinguts per a descriure les categories a partir de les eines de representació.....	170
Taula 63: relació dels paràmetres obtinguts per a descriure la dimensió a partir de les eines de representació.....	171
Taula 64: la relació dels paràmetres obtinguts per a descriure l'entrevista a partir de les eines de representació.....	172
Taula 65: Presència de categories de la dimensió OS en les activitats i les fases de la unitat didàctica del grup B .....	174
Taula 66: Categoria predominant de la dimensió OS en les activitats i les fases de la unitat didàctica del grup B .....	174
Taula 67: relació dels paràmetres obtinguts que permeten descriure les activitats de la unitat didàctica a partir de les eines de representació.....	174
Taula 68: Taula (c): Presència de categories de la dimensió OS en les activitats i les fases de la unitat didàctica del grup II .....	175

Taula 69: Taula (d): Presència de categories de la dimensió OS en les activitats i les fases de la unitat didàctica del grup B.....	175
Taula 70: relació dels paràmetres obtinguts que permeten descriure les fases de la unitat didàctica a partir de les eines de representació.....	176
Taula 71: Relació dels paràmetres obtinguts per a descriure la unitat didàctica a partir de les eines de representació .....	176
Taula 72: Taula de resultats preliminars del grup I corresponents a la dimensió 1 .....	184
Taula 73: Taula de resultats preliminars del grup I corresponents a la dimensió 2 .....	185
Taula 74: Taula de resultats preliminars del grup I corresponents a la dimensió 3 .....	185
Taula 75: Taula de resultats preliminars del grup I corresponents a la dimensió 4 .....	186
Taula 76: Taula de resultats preliminars del grup I corresponents a la dimensió 5 .....	186
Taula 77: Taula de resultats preliminars del grup II corresponents a la dimensió 1 .....	187
Taula 78: Taula de resultats preliminars del grup II corresponents a la dimensió 2 .....	188
Taula 79: Taula de resultats preliminars del grup II corresponents a la dimensió 3 .....	188
Taula 80: Taula de resultats preliminars del grup II corresponents a la dimensió 4 .....	189
Taula 81: Taula de resultats preliminars del grup II corresponents a la dimensió 5 .....	189
Taula 82: Activitats amb la freqüència majoritària de les categories de la dimensió 2 del grup II.....	191
Taula 83: Fase on presenten la freqüència majoritària les categories de la dimensió OS en el grup II.....	191
Taula 84: Presència de categories de la dimensió OS en les activitats del grup II.....	192
Taula 85: Categoria predominant de la dimensió OS en les activitats del grup II.....	193
Taula 86: Quantitat de categories de la dimensió 2 presents en les fases de la unitat didàctica del grup II ...	193
Taula 87: Categoria predominant de la dimensió 2 en les activitats de la unitat didàctica del grup II .....	193
Taula 88: Exemple de taula d'obtenció del gradient de presència de les categories dimensió 2, grup II .....	198
Taula 89: Exemple de taula amb els valor cromàtics i qualitius del gradient de presència de les categories de la dimensió 2, grup II .....	198
Taula 90: Resum de les visions de síntesi de l'expressió de les categories en les activitats, en les fases i en el conjunt de la UD.....	200
Taula 91: Exemple de taula d'obtenció del gradient d'expressió de la dimensió 2, grup II.....	201
Taula 92: Valor del gradient d'expressió de la dimensió 2 en la unitat didàctica del grup II.....	201
Taula 93: Exemple de taula per obtenir el Potencial de desenvolupament de les fases del cicle d'e-a per a la dimensió OS per al grup II.....	207
Taula 94: Exemple de taula resum de les característiques de les activitats i les fases de la unitat didàctica. Dimensió 2, grup II .....	209
Taula 95: Exemple de taula per a obtenir el potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup II per a la dimensió Obertura del Sistema.....	210
Taula 96: Representació cromàtica del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica per a la dimensió Obertura del Sistema en el grup II.....	210
Taula 97: Resum tendència dimensió 1 grup I (I) .....	220
Taula 98: Valor del gradient d'expressió de la dimensió Nivell Escalar en la unitat didàctica del grup I.....	220
Taula 99: Resum tendències dimensió 1 grup I (II) .....	221
Taula 100: Resum tendències dimensió 2 grup I (I) .....	223
Taula 101: Valor del gradient d'expressió de la dimensió Obertura del Sistema en la unitat didàctica del grup I223	
Taula 102: resum tendències dimensió 2 grup I (II) .....	223
Taula 103: Resum tendències dimensió 3 grupo I (I) .....	225
Taula 104: Valor del gradient d'expressió de la dimensió Patró d'interacció en la unitat didàctica del grup I	226
Taula 105: Resum tendències dimensió 3 grup I (II).....	226
Taula 106: Resum tendències dimensió 4 grup I (I) .....	229
Taula 107: Valor del gradient d'expressió de la dimensió Flux d'Agents en la unitat didàctica del grup I .....	229
Taula 108: Resum tendències dimensió 4 grup I (II) .....	229
Taula 109: Resum tendències dimensió 5 grup I (I) .....	231
Taula 110: Valor del gradient d'expressió de la dimensió Probabilitat en la unitat didàctica del grup I .....	231
Taula 111: Resum tendències dimensió 5 grup I (II).....	232

Taula 112: Resum dels valors del gradient de presència de les categories per a les dimensions en el grup II	234
Taula 113: Resum tendències dimensió 1 grup II (I)	237
Taula 114: Valor del gradient d'expressió de la dimensió Nivell Escalar en la unitat didàctica del grup II	237
Taula 115: Resum tendències dimensió 1 grup II (II)	238
Taula 116: Resum tendències dimensió 2 en el grup II (I)	240
Taula 117: Valor del gradient d'expressió de la dimensió Obertura del Sistema en la unitat didàctica del grup II	240
Taula 118: Resum tendències dimensió 2 grup II (II)	240
Taula 119: Resum tendències dimensió 3 grup II (I)	242
Taula 120: Valor del gradient d'expressió de la dimensió Patró d'interacció en la unitat didàctica del grup II	243
Taula 121: Resum tendències dimensió 3 grup II (II)	243
Taula 122: Resum tendències dimensió 4 grup II (I)	245
Taula 123: Valor del gradient d'expressió de la dimensió Flux d'Agents en la unitat didàctica del grup II	246
Taula 124: Resum tendències dimensió 4 grup II (II)	246
Taula 125: Resum tendències dimensió 5 grup II (I)	248
Taula 126: Valor del gradient d'expressió de la dimensió Probabilitat en la unitat didàctica del grup II	248
Taula 127: Resum tendències dimensió 5 grup II (II)	249
Taula 128: Resum dels valors del gradient de presència de les categories per a les dimensions en el grup II	251
Taula 129: Categories amb major gradient de presència de cada dimensió	256
Taula 130: Categories amb menor gradient de presència de cada dimensió	256
Taula 131: Categories més significatives per l'alumnat en la construcció del pensament sistèmic	261
Taula 132: Categories menys significatives per l'alumnat en la construcció del pensament sistèmic	262
Taula 133: Valor del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup I per a la dimensió Nivell Escalar	270
Taula 134: Valor del potencial de desenvolupament l'entrevista del grup I per a la dimensió Nivell Escalar	272
Taula 135: Resum tendències unitat didàctica grup I dimensió 1	272
Taula 136: Resum tendències entrevista grup I dimensió 1	272
Taula 137: Valor del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup I per a la dimensió Obertura del Sistema	274
Taula 138: Valor del potencial de desenvolupament l'entrevista del grup I per a la dimensió Obertura del Sistema	275
Taula 139: Resum tendències UD grup I, dimensió 1	276
Taula 140: Resum tendències entrevista grup I, dimensió 1	276
Taula 141: Valor del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup I per a la dimensió Patró d'interacció	278
Taula 142: Valor del potencial de desenvolupament de l'entrevista del grup I per a la dimensió Patró d'interacció	279
Taula 143: Resum tendències UD grup I, dimensió 3	280
Taula 144: Resum tendències entrevista grup I, dimensió 3	280
Taula 145: Valor del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup I per a la dimensió Flux d'Agents	282
Taula 146: Valor del potencial de desenvolupament de l'entrevista del grup I per a la dimensió Flux d'Agents	283
Taula 147: Resum tendències UD grup I, dimensió 4	284
Taula 148: Resum tendències entrevista grup I, dimensió 4	284
Taula 149: Valor del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup I per a la dimensió Probabilitat	286
Taula 150: Valor del potencial de desenvolupament de l'entrevista del grup I per a la dimensió Probabilitat	287
Taula 151: Resum tendències UD grup I, dimensió 5	288
Taula 152: Resum tendències entrevista grup I, dimensió 5	288
Taula 153: Resum dels valors del potencial de desenvolupament de les fases de la unitat didàctica del grup I	289
Taula 154: Valor del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup II per a la dimensió Nivell Escalar	292

Taula 155: Valor del potencial de desenvolupament de l'entrevista del grup II per a la dimensió Nivell Escalar	294
Taula 156: Resum tendències UD grup II, dimensió 1 .....	294
Taula 157: Resum tendències entrevista grup II, dimensió 1 .....	295
Taula 158: Valor del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup II per a la dimensió Obertura del Sistema .....	296
Taula 159: Valor del potencial de desenvolupament de l'entrevista del grup II per a la dimensió Obertura del Sistema .....	298
Taula 160: Resum tendències UD grup II, dimensió 2 .....	298
Taula 161: Resum tendències entrevista grup II, dimensió 2 .....	298
Taula 162: Valor del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup II per a la dimensió Patró d'interacció .....	300
Taula 163: Valor del potencial de desenvolupament de l'entrevista del grup II per a la dimensió Patró d'interacció .....	302
Taula 164: Resum tendències UD grup II, dimensió 3 .....	302
Taula 165: Resum tendències entrevista grup II, dimensió 3 .....	302
Taula 166: Valor del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup II per a la dimensió Flux d'Agents .....	304
Taula 167: Valor del potencial de desenvolupament de l'entrevista del grup II per a la dimensió Flux d'Agents	306
Taula 168: Resum tendències UD grup II, dimensió 4 .....	306
Taula 169: Resum tendències entrevista grup II, dimensió 2 .....	306
Taula 170: Valor del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup II per a la dimensió Probabilitat .....	308
Taula 171: Valor del potencial de desenvolupament de l'entrevista del grup II per a la dimensió Probabilitat	310
Taula 172: Resum tendències UD grup II, dimensió 5 .....	310
Taula 173: Resum tendències entrevista grup II, dimensió 5 .....	310
Taula 174: Resum dels valors del potencial de desenvolupament de les fases de la unitat didàctica del grup II	312
Taula 175: Valors dels potencials de desenvolupament de les fases dels grups I i II .....	316
Taula 176: Activitats potenciadores i no potenciadores del pensament sistèmic .....	323
Taula 177: Fases de la unitat didàctica amb majors potencials per a cada dimensió del PS .....	325
Taula 178: Fases de la unitat didàctica amb menors potencials per a cada dimensió del PS .....	325
Taula 179: Fases de la unitat didàctica amb majors i menors potencials .....	326
Taula 180: Categories més potenciades en cada fase de la unitat didàctica del grup I .....	328
Taula 181: Categories més potenciades en cada fase de la unitat didàctica del grup II .....	328
Taula 182: Categories que més ha potenciat la unitat didàctica .....	331
Taula 183: Categories que menys ha potenciat la unitat didàctica .....	332
Taula 184: Categories que més ha potenciat l'entrevista .....	333





# Índexs de figures

Figura 1: Índex de continguts de la introducció .....	xiv
Figura 2: Esquema del document escrit de la recerca .....	xx
Figura 3: Índex de continguts del capítol I .....	24
Figura 4: Finalitat, objectius i preguntes de recerca .....	29
Figura 5: Índex de continguts del capítol II .....	32
Figura 6: Esquema del marc teòric de la recerca .....	33
Figura 7: Relació entre els nivells escalars. Adaptació a partir de Bronfenbrenner (1994) .....	41
Figura 8: El nivell meso emergeix de les interaccions entre els components del nivell micro .....	41
Figura 9: El sistema i l'entorn es relacionen retroactivament. Adaptació a partir de Gell-Mann, 1995 .....	61
Figura 10: Índex de continguts del capítol III.....	82
Figura 11: Implementació de la unitat didàctica per sessions.....	90
Figura 12: finalitat i objectius que orienten la planificació metodològica de la recerca .....	92
Figura 13: Planificació metodològica de la recerca.....	94
Figura 14: La planificació metodològica de la recerca orienta el disseny de la recerca .....	95
Figura 15: Índex de continguts del capítol IV .....	98
Figura 16: Etapes i subetapes del disseny de la recerca .....	99
Figura 17: Esquema de l'etapa I del disseny de la recerca.....	100
Figura 18: Esquema de 1.IV. del disseny de l'instrument .....	109
Figura 19: Relació entre les dades i les eines d'interpretació dels resultats .....	110
Figura 20: Emergència del gradient d'expressió de la dimensió .....	111
Figura 21: Paràmetres que caracteritzen les categories .....	112
Figura 22: Emergència del gradient de presència de la categoria.....	113
Figura 23: Valors possibles per al paràmetre Gradient de presència de les categories .....	114
Figura 24: Exemple d'emergència del valor del gradient de presència de les categories .....	115
Figura 25: Paràmetres que caracteritzen la dimensió .....	116
Figura 26: Exemple de representació de l'emergència del gradient d'expressió de la dimensió 2 .....	116
Figura 27: Valors possibles per al paràmetre Gradient d'expressió de la dimensió .....	119
Figura 28: Emergència del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica .....	122
Figura 29: Paràmetres que caracteritzen les activitats .....	123
Figura 30: Paràmetres que caracteritzen les fases.....	123
Figura 31: Emergència del potencial de desenvolupament de les fases de la unitat didàctica .....	125
Figura 32: Valors possibles per al potencial de desenvolupament de les fases .....	127
Figura 33: Paràmetres que caracteritzen la unitat didàctica .....	129
Figura 34: Rerepresentació de l'emergència del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica .....	130
Figura 35: Valors possibles per al potencial de desenvolupament de la unitat didàctica.....	132
Figura 36: Escala cromàtica utilitzada en la representació dels resultats .....	135
Figura 37: relació entre l'escala cromàtica i els valors associats .....	135
Figura 38: Exemple d'obtenció d'un color emergent en la paleta de colors RGB .....	137
Figura 39: Diagrama de colors emergents i correspondència amb la fórmula de la paleta de colors.....	137
Figura 40: paràmetres a partir dels quals emergeix el gradient de presència d'una categoria .....	137
Figura 41: Exemple d'obtenció de color emergent del gradient de presència de la categoria.....	139
Figura 42: paràmetres a partir dels quals emergeix el Gradient d'expressió de la dimensió .....	139
Figura 43: Exemple d'obtenció de Valor cromàtic I del gradient d'expressió de la dimensió .....	141
Figura 44: Exemple d'obtenció de Valor cromàtic II del gradient d'expressió de la dimensió.....	141
Figura 45: Paràmetres a partir dels quals emergeix el Potencial de desenvolupament de les fases de la unitat didàctica .....	142
Figura 46: Exemple d'obtenció de Valor cromàtic I emergent del Potencial de desenvolupament de les fases.....	143
Figura 47: Exemple d'obtenció de Valor cromàtic II emergent del Potencial de desenvolupament de les fases.....	144

Figura 48: Paràmetres a partir dels quals emergeix el Potencial de desenvolupament de de la unitat didàctica	144
Figura 49: Exemple d'obtenció de Valor cromàtic I emergent del Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica .....	145
Figura 50: Exemple d'obtenció de Valor cromàtic II emergent del Potencial de desenvolupament de la unitat didàctica .....	146
Figura 51: Representació dels espais afavoridors del pensament sistèmic .....	147
Figura 52: Esquema de l'etapa 2 del disseny de la recerca .....	148
Figura 53: Esquema de l'etapa 2.I de l'aplicació de l'instrument .....	149
Figura 54: Criteris de selecció dels grups de la mostra .....	153
Figura 55: Criteris de selecció de les activitats de la mostra .....	153
Figura 56: Esquema de l'etapa 2.II de l'aplicació de l'instrument .....	157
Figura 57: Documents primaris de la Unitat Hermenèutica del grup II .....	159
Figura 58: Introducció dels codis de la dimensió 2 a la unitat hermenèutica del grup II.....	160
Figura 59: Procés de definició de les unitats de significat .....	161
Figura 60: Exemple de selecció dels segments de significativitat en les mostres utilitzant el programari atlas.ti	163
Figura 61: Exemple de codificació d'un segment de significativitat utilitzant el programari atlas.ti.....	164
Figura 62: Exemple 1 de codificació d'una unitat de significat.....	164
Figura 63: Exemple 2 de codificació d'una unitat de significat.....	165
Figura 64: Esquema de l'etapa 2.III. de l'aplicació de l'instrument.....	167
Figura 65: Organització de les dades segons les categories o l'activitat a la qual pertanyen .....	168
Figura 66: Organització de les dades per a obtenir els paràmetres que descriuen les categories i la dimensió	168
Figura 67: Exemple de gràfica i taula per a les categories en les activitats de la unitat didàctica .....	169
Figura 68: Exemple de gràfica i taula per a les categories en les fases de la unitat didàctica .....	170
Figura 69: Relació de paràmetres que descriuen les categories de la dimensió i les eines de representació gràfica a partir dels quals s'obtenen .....	170
Figura 70: Gràfica (c): Distribució total de les unitats de significat de la dimensió Obertura del sistema en la unitat didàctica del grup II.....	171
Figura 71: Relació de paràmetres que descriuen la dimensió i les eines de representació gràfica a partir dels quals s'obtenen.....	171
Figura 72: Gràfica (d) % unitats de significat de l'entrevista del grup II distribuït segons categories de la dimensió OS .....	172
Figura 73: Relació de paràmetres que descriuen l'entrevista .....	172
Figura 74: Organització de les dades per a obtenir els paràmetres que descriuen les activitats, fases i la unitat didàctica .....	173
Figura 75: Gràfica (a): distribució d'unitats de significat de cada activitat segons les categories de la dimensió Obertura del sistema.....	174
Figura 76: Relació de paràmetres que descriuen les activitats de la unitat didàctica i les eines de representació gràfica a partir dels quals s'obtenen .....	175
Figura 77: Gràfica (b): Proporció d'unitats de significat de cada fase distribuïts segons la categoria de la dimensió Obertura del Sistema a la qual pertanyen.....	175
Figura 78: Relació dels paràmetres que descriuen les fases de la unitat didàctica i les eines de representació gràfica a partir dels quals s'obtenen .....	176
Figura 79: Gràfica (c) : Distribució total de les unitats de significat de la dimensió Obertura del sistema en la unitat didàctica del grup II.....	176
Figura 80: Relació dels paràmetres que descriuen la unitat didàctica i les eines de representació gràfica a partir dels quals s'obtenen .....	177
Figura 81: Esquema de l'etapa 2.IV. de l'aplicació de l'instrument.....	177
Figura 82: Relació dels resultats definitius obtinguts de l'aplicació de l'instrument d'anàlisi .....	178
Figura 83: Índex de continguts del capítol V .....	182
Figura 84: Esquema del procés d'anàlisi de les dades corresponent a l'etapa d'aplicació de l'instrument d'anàlisi .....	183

Figura 85: Gràfiques de la distribució de les categories en les activitats de la unitat didàctica. Per ordre: fase d'exploració, fase d'introducció, fase d'estructuració i fase d'aplicació.....	190
Figura 86: % d'unitats de significat de cada categoria de la dimensió Obertura del Sistema distribuïts segons les fases del cicle d'e-a a la qual pertanyen.....	191
Figura 87: Gràfica de Distribució total de les unitats de significat de la dimensió Obertura del Sistema en la unitat didàctica del grup II.....	191
Figura 88: Gràfiques de distribució d'unitats de significat de cada activitat segons les categories de la dimensió Obertura del Sistema. Per ordre: fase d'exploració, fase d'introducció, fase d'estructuració i fase d'aplicació.....	192
Figura 89: Gràfica de distribució total de les unitats de significat de la dimensió Obertura del Sistema en la unitat didàctica del grup II.....	194
Figura 90: Exemple de diagrama de relació entre el gradient de presència i el grau de complexitat en les categories, dimensió 2, grup II.....	201
Figura 91: Exemple de Potencial de desenvolupament de les fases del grup II per a la dimensió Obertura del Sistema.....	207
Figura 92: Índex de continguts del capítol VI.....	214
Figura 93: Pregunta de recerca derivada de l'objectiu 1.....	215
Figura 94: Relació entre les característiques del pensament sistèmic i les dimensions de l'instrument d'anàlisi.....	216
Figura 95: Preguntes de recerca derivades de l'objectiu 2.1.....	218
Figura 96: Diagrama de relació entre el gradient de complexitat en les categories i el gradient de presència de les categories de la dimensió 1 en el grup I.....	219
Figura 97: Diagrama de relació entre el gradient de complexitat en les categories i el gradient de presència de les categories de la dimensió 2 en el grup I.....	222
Figura 98: Diagrama de relació entre el gradient de complexitat en les categories i el gradient de presència de les categories de la dimensió 3 en el grup I.....	225
Figura 99: Diagrama de relació entre el gradient de complexitat en les categories i el gradient de presència de les categories de la dimensió 4 en el grup I.....	228
Figura 100: Diagrama de relació entre el gradient de complexitat en les categories i el gradient de presència de les categories de la dimensió 5 en el grup I.....	231
Figura 101: Pregunta de recerca 2.1.1.1. en l'esquema d'objectius de la recerca.....	233
Figura 102: Resum dels valors del grau d'expressió de les dimensions en el grup II.....	234
Figura 103: Diagrama de relació entre el gradient de complexitat en les categories i el gradient de presència de les categories de la dimensió 1 en el grup II.....	236
Figura 104: Diagrama de relació entre el gradient de complexitat en les categories i el gradient de presència de les categories de la dimensió 2 en el grup II.....	239
Figura 105: Diagrama de relació entre el gradient de complexitat en les categories i el gradient de presència de les categories de la dimensió 3 en el grup II.....	242
Figura 106: Diagrama de relació entre el gradient de complexitat en les categories i el gradient de presència de les categories de la dimensió 4 en el grup II.....	245
Figura 107: Diagrama de relació entre el gradient de complexitat en les categories i el gradient de presència de les categories de la dimensió 5 en el grup II.....	248
Figura 108: Pregunta de recerca 2.1.1.2. en l'esquema d'objectius de la recerca.....	250
Figura 109: Resum dels valors del grau d'expressió de les dimensions en el grup II.....	251
Figura 110: Pregunta de recerca 2.1.1. en l'esquema d'objectius de la recerca.....	253
Figura 111: Resum dels Graus d'expressió de les dimensions per grup.....	255
Figura 112: Ventall de valors que ocupen les categories de cada dimensió.....	255
Figura 113: Representació dels espais d'emergència del pensament sistèmic dels dos grups.....	258
Figura 114: Pregunta de recerca 2.1. en l'esquema d'objectius de la recerca.....	260
Figura 115: Característiques de les categories més significatives per l'alumnat en la construcció del pensament sistèmic.....	261
Figura 116: Característiques de les categories menys significatives per l'alumnat en la construcció del pensament sistèmic.....	263

Figura 117: Característiques de les dimensions més significatives per l'alumnat en la construcció del pensament sistemàtic.....	265
Figura 118: Característiques de les dimensions menys significatives per l'alumnat en la construcció del pensament sistemàtic.....	266
Figura 119: Preguntes de recerca derivades de l'objectiu 2.2. ....	268
Figura 120: Diagrama dels Potencials de desenvolupament de les fases del grup I per a la dimensió NE.....	270
Figura 121: Diagrama dels potencials de desenvolupament de les fases del grup I per a la dimensió OS.....	274
Figura 122: Diagrama dels potencials de desenvolupament de les fases del grup I per a la dimensió PI.....	278
Figura 123: Diagrama dels potencials de desenvolupament de les fases del grup I per a la dimensió FA.....	282
Figura 124: Diagrama dels potencials de desenvolupament de les fases del grup I per a la dimensió P.....	286
Figura 125: Pregunta de recerca 2.2.1.1. en l'esquema d'objectius de la recerca.....	289
Figura 126: Valors del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup I.....	289
Figura 127: Valors del potencial de desenvolupament de l'entrevista del grup I.....	290
Figura 128: Diagrama dels potencials de desenvolupament de les fases del grup II per a la dimensió NE.....	292
Figura 129: Diagrama dels potencials de desenvolupament de les fases del grup II per a la dimensió OS.....	296
Figura 130: Diagrama dels potencials de desenvolupament de les fases del grup II per a la dimensió PI.....	300
Figura 131: Diagrama dels potencials de desenvolupament de les fases del grup II per a la dimensió FA.....	304
Figura 132: Diagrama dels potencials de desenvolupament de les fases del grup II per a la dimensió P.....	308
Figura 133: Pregunta de recerca 2.2.1.2. en l'esquema d'objectius de la recerca.....	312
Figura 134: Valors del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup II.....	313
Figura 135: Valors del potencial de desenvolupament de l'entrevista del grup II.....	313
Figura 136: Pregunta de recerca 2.2.1. en l'esquema d'objectius de la recerca.....	315
Figura 137: Valors del potencial de desenvolupament de la unitat didàctica del grup I i II.....	317
Figura 138: Valors del potencial de desenvolupament de l'entrevista del grup I i II.....	317
Figura 139: Interval del valors de complexitat en les categories presents en la UD i en l'entrevista.....	318
Figura 140: Pregunta de recerca 2.2. en l'esquema d'objectius de la recerca.....	320
Figura 141: Resum diagrames potencials de desenvolupament de les fases de la unitat didàctica del grup I..	327
Figura 142: Resum diagrames potencials de desenvolupament de les fases de la unitat didàctica del grup II	327
Figura 143: Índex de continguts del capítol VII.....	338

# **Annex**

L'Annex està compost per un total de 10 documents tal i com es mostra a continuació:

- Annex 1: Descripció i exemples de les categories de instrument
- Annex 2: Característiques de les activitats de la mostra
- Annex 3: Gràfiques de freqüències corresponents als resultats de l'objectiu 2.1.
- Annex 4: Gràfiques de freqüències corresponents als resultats de l'objectiu 2.2.
- Annex 5: Característiques del material didàctic
- Annex 6: Exemple de la unitat didàctica per al vector qualitat ambiental
- Annex 7: Transcripció de les activitats i de l'entrevista del grup I
- Annex 8: Transcripció de les activitats i de l'entrevista del grup II
- Annex 9: Resultats extensos del grup I
- Annex 10: Resultats extensos del grup II

*Documents que formen l'Annex*

Tal i com s'ha explicat en la introducció una part de l'annex és en suport digital i l'altra en suport escrit. En l'annex en suport escrit es presenten aquells documents que s'ha considerat que les persones lectores podrien necessitar consultar amb més freqüència durant la lectura i que per tant, per la seva comoditat es presenten en format escrit al final del document.

Els Annexos 1 al 4 es presenten en suport escrit en aquest mateix document. Els Annexos 5 al 10 es presenten en suport digital en el CD adjunt.

# Annex 1: Descripció i exemples de les categories de instrument

En l'Annex 1 es presenta una descripció de les categories de les dimensions de l'instrument i s'aporten exemples, i complementa la versió operativa de l'instrument presentada en el capítol IV.

## Dimensió 1: Nivell escalar

A continuació es descriu el procés de construcció de les categories i s'aporten exemples. La nomenclatura de les categories d'aquesta dimensió segueix un procediment específic, partint de l'existència dels tres nivells escalars. Aquest procediment es descriu a continuació:

1. Identificació dels nivells que intervenen en la interacció: micro, meso i/o macro.
2. Identificació d'elements pertanyents al nivell micro que intervenen en la interacció, si n'hi ha.
3. Escripció del nombre de components del nivell micro identificats: en primer lloc s'escriu la paraula "micro" seguida del número de components identificats i es finalitza amb un guionet:

"micro<sub>n</sub>"

4. Identificació d'elements pertanyents al nivell meso que intervenen en la interacció. El nivell meso no es determina a priori i per tant no és el mateix per a tots els casos. En general el sistema de referència correspondrà al vector ambiental que ha treballat l'alumne. O bé al sistema al qual es faci referència en la pregunta de l'activitat en el cas que no s'especifiqui referir-se al vector ambiental en l'enunciat de la pregunta.
5. Escripció del nombre de components del nivell meso identificats a continuació de la paraula "micro<sub>n</sub>". En primer lloc s'escriu la paraula "meso" seguida del número de components identificats i es finalitza amb un guionet:

"micro<sub>n</sub>-meso<sub>n</sub>"

6. Existència de nivell macro en la interacció. Fa referència a interaccions en les que es mencioni més d'un sistema. Per exemple, la qualitat de l'aire depèn del soroll. Si en aquest cas un alumne està parlant de la qualitat de l'aire, aquest seria el meso, el soroll faria referència a un exosistema i ambdós dialogarien en un macro
7. En el cas que s'hagi identificat nivell macro, escriptura a continuació:

"micro<sub>n</sub>-meso<sub>n</sub>-macro"

A continuació es mostren tres exemples d'aplicació del procediment per a la formulació i nomenclatura de categories de la dimensió 1:

Exemple 1: Categoria 1.3. micro3-meso	Exemple 2: Categoria 1.6. meso2-macro	Exemple 3: Categoria 1.10 micro-meso-macro
Identificació de nivell participants: micro i meso S'identifiquen 3 components del nivell micro Micro3 S'identifica un únic element pertanyent al nivell meso Micro3-meso No s'identifica nivell macro	Identificació dels nivells participants: meso i macro No s'identifiquen components del nivell micro - S'identifiquen dos elements pertanyents al nivell meso Meso2 S'identifica el nivell macro:	Identificació dels nivells participants: micro, meso i macro S'identifica 1 component del nivell micro Micro S'identifica un únic element pertanyent al nivell meso Micro-meso S'identifica el nivell macro:

Micro3-meso	Meso2-macro	Micro-meso-macro
S'identifiquen 3 components del sistema	S'identifica a més del sistema de referència, un altre sistema	S'identifiquen components estructurants del sistema, el sistema i fluxos de l'entorn

Les categories de la dimensió s'ordenen segons un gradient de complexitat. Per a fer-ho es té en compte que és de major complexitat una categoria amb més d'un component al nivell meso que no pas al nivell micro. És a dir, la categoria micro-meso2-macro és més complexa que la categoria micro4-meso-macro, ja que la complexitat de les interaccions que es produeixen a nivells superiors sempre serà major, encara que siguin poques les interaccions que s'hi produeixin. Tal i com afirmen O'Connor i McDermott (2000) resultaria erroni basar la complexitat en el nombre de parts en comptes de en les possibles formes de combinar-les. Així, la simplicitat del sistema ve donava per les possibilitats de les seves connexions, i les connexions al nivell micro estan més limitades que les connexions als nivells meso.

Degut a l'elevat nombre de categories d'aquesta dimensió en aquest apartat es mostren alguns exemples de categories i en la concreció de l'instrument es mostren i defineixen totes les categories.

Dimensió1: Nivell Escalar		
Categoria	Característiques	Exemple
Micro-meso	Identificació d'un component o procés del sistema de referència. No identificació de fluxos ni d'altres sistemes.	I12:1: “La paraula contaminació té a veure amb la nostra pregunta perquè embruta l'aire” [Identificació del procés “contaminació” en el sistema de referència qualitat de l'aire]
Meso-macro	Identificació del sistema de referència i de fluxos que venen de l'exterior, relacionats amb altres sistemes o no. No identificació de components estructurants ni processos del sistema. En aquest cas, són fluxos vinculats a altres sistemes però no components estructurants, de manera que no es comptabilitzarien en el còmput total.	I12:2: “La paraula indústria té a veure amb la nostra pregunta perquè treuen fum contaminant.” [Identificació de fluxos (indústries i fums) del nivell de referència qualitat de l'aire]
Meso2-macro	Identificació del sistema de referència i d'altres sistemes que afecten el comportament del sistema de referència. O bé: Identificació del sistema de referència i de components estructurants d'un altre sistema que afecten el sistema de referència. En aquest cas, el component de l'altre sistema actua com a flux en el sistema de referència. Com que està conceptualitzat com a component estructurant es compta com a meso2.*	I12:16: “Hem vist que hi ha relació entre graffiti de la pregunta 1 (qualitat de l'aire) i el de la pregunta 5 (gestió del territori) i pensem que es relacionen perquè parlen de la contaminació.” [El sistema de referència és la gestió del territori. La qualitat de l'aire és un ecosistema i tots dos es relacionen a través de la contaminació, que és un procés d'un nivell macro que en aquest cas és l'entorn] I22:2: “Hi ha molta contaminació perquè hi ha molts cotxes i podríem anar en bicis o caminant.” [El sistema de referència és la qualitat de l'aire. Els cotxes i les bicis són components estructurants del sistema mobilitat, que en aquest cas exerceixen de flux al sistema de referència ja que en modifiquen el seu comportament]
Micro-meso-macro	Identificació d'un component o procés del sistema de referència i identificació de fluxos propis del sistema de referència.	II 3:13: “La mobilitat és bona, perquè hi ha poc tràfic i transport públic.” [El sistema de referència és la mobilitat, s'identifica un



		<p><i>components que és el transport públic i un flux que és el poc trànsit]</i> I 21:13: “[Per reduir el soroll al barri caldria]Aïllar els locals on hi hagi soroll per no molestar els veïns.” <i>[El sistema de referència és el soroll. El component identificat són els agents passius, és a dir, les persones receptores del soroll dels locals. I els fluxos són els locals com a font emissora del so]</i></p>
Micro-meso2-macro	Identificació d'un component o procés del sistema de referència, i identificació de fluxos propis del sistema de referència o bé identificació de fluxos provinents d'un altre sistema.	<p>II 9:3: “Per millorar la QA cal Reduir el CO2 a l'aire. Per a fer-ho cal utilitzar menys el cotxe o la moto, que hi hagi menys fàbriques, utilitzar la bicicleta, utilitzar el transport públic.” <i>[El sistema de referència és la qualitat de l'aire. Identifiquen canvis en l'estructura del sistema quan es refereixen a la composició de CO2 . El cotxe, moto, bici i transport públic són fluxos provinent del sistema mobilitat. Les fàbriques són un flux del sistema.]</i></p>
Micro3-meso4-macro**	Identificació de components o processos del propi sistema o dels altres, i identificació de fluxos del propi sistema o dels altres.	<p>I 13:5: “Hi ha molt soroll dels vehicles i les persones. La mobilitat ens movem per vehicles. Hi ha poca gent que va caminant. Haurien de separar més els residus i l'aire està contaminat.” <i>[El sistema de referència és el municipi on viuen. Els residus, l'aire (l'atmosfera) i les persones que hi viuen són els 3 components estructurants identificats. S'identifica flux de vehicles i persones que es mouen. S'identifiquen altres sistemes que són: el soroll, la mobilitat, la gestió dels residus i la qualitat de l'aire]</i></p>

\*Els components estructurants o processos es comptabilitzen només com a nivells micro quan formen part exclusivament del sistema de referència. Quan identifiquen un component o procés d'un altre sistema, aquest, es comptabilitza com a meso. Ja que el component d'un exosistema actua com a flux en el sistema de referència.

\*\*Limitacions d'aquests categories: la limitació principal d'aquesta dimensió és explicar en dues dimensions i per escrit interaccions que tenen lloc en tres dimensions i de forma simultània en diversos nivells. Per això quan hi ha més d'un component estructurant (micro) en una relació escalar de tres nivells amb més d'un sistema (meso) identificat, ja no podem saber si aquell component és del sistema de referència o d'un altre.

## Dimensió 2: Obertura del Sistema

La dimensió obertura del sistema s'ocupa específicament de la relació entre el **sistema** i l'**entorn** .

En la taula a continuació es presenten les categories pertanyents a la dimensió Obertura del Sistema. De les cinc categories dues són d'origen deductiu (2.1 i 2.2.) i la resta són d'origen inductiu (2.3, 2.4. i 2.5.)

Dimensió 2: Obertura del Sistema		
Categoria	Característiques	Exemple
2.1. Sistema	Identificació de components estructurants del sistema o processos interns però no consideren	II_3:14: Els residus estan controlats perquè hi ha molts contenidors de brossa repartits per

tancat	l'entorn. Els components del sistema modifiquen el sistema però sense tenir en compte l'entorn.	tota la ciutat. I_21:22: Arreglar les voreres perquè els vianants puguin anar contents per les voreres sense que caiguin
2.2. Sistema Obert	Identificació de components estructurants del sistema o processos interns i fluxos entre el sistema i l'entorn sense especificar la direcció del flux. No tenim prou informació per saber si va del sistema a l'entorn o al revés. Identifica fluxos però aquests no modifiquen el sistema.	II_2:26: La paraula <i>fums</i> té a veure amb la nostra pregunta perquè els transports; cotxes, motos, etc. És el més utilitzat i que fa molt fum. I_18:19: Organitzar un festival de teatre al carrer té a veure amb el soroll perquè la gent crida i aplaudeix. II_8:21: Passar les vacances als Pirineus té a veure amb la mobilitat perquè tens que desplaçar-te, ja sigui en cotxe o transport públic fins als Pirineus.
2.3. Sistema- Entorn	Identificació de components estructurants o processos del sistema. Identificació de fluxos que van del sistema cap a l'entorn, és a dir els components del sistema i d'altres sistemes (exosistemes) modifiquen l'entorn.  Si un estat del sistema modifica el comportament de la gent direm que va del sistema a l'entorn perquè considerem que la gent està a fora (I_16:2)  Quan diuen els cotxes contaminen, en mobilitat, seria el sistema (mobilitat) que modifica l'entorn (ciutat). Ex: II 2:19 Els components del sistema que modifiquen l'entorn. El comportament del sistema genera uns fluxos que modifiquen l'entorn i també modifiquen altres sistemes. II2:42	I_16:2: Si l'aire que respirem està molt brut pot tenir efectes negatius per a la nostra salut i per l'atmosfera. II_2:19: La paraula <i>ciutat</i> té a veure amb la nostra pregunta perquè quan més gent més brosses. II_2:42: Hi ha relació entre la pregunta com encaixem les peces [gestió del territori] i com ens movem per rubí [mobilitat] perquè la gent marxa de Rubí perquè no hi ha llocs divertits i marxen amb el tren a un altre poble.
2.4. Entorn- Sistema	Identificació de components estructurants o processos del sistema. Identificació de fluxos que van de l'entorn cap al sistema, és a dir, l'entorn té la capacitat de modificar el sistema.  Si identifiquen components d'un altre sistema que afecten a aquell sistema direm que és ES, ja que els components de l'altre sistema en aquest cas són un flux. Ex: II 2:3 Identifica components d'un altre sistema però que no modifiquen el sistema de referència. Ex: I_12:4 Identifica fluxos provinents del macro, per tant, modifiquen el sistema.	II_2:3: La paraula <i>festa</i> té a veure amb la nostra pregunta [qualitat de l'aire] perquè no contaminen l'aire però és contaminació acústica I_12:4: La paraula <i>vehicle</i> té a veure amb la nostra pregunta perquè provoquen molt de soroll.
2.5. Sistema Obert Recíproc	El sistema i l'entorn es relacionen en bucles. És a dir, el sistema modifica l'entorn i aquest alhora modifica el sistema. Els fluxos van de l'entorn cap al sistema i viceversa.	I_21:25: Que no hi hagi més contaminació i la salut millorada, perquè els cotxes s'haurien reduït i hi hauria més zones verdes i més ambient, menys contaminació i més vida sana. II_9:8: Menys circulació dels cotxes, llavors menys contaminació atmosfèrica. Més mobilitat dels peatons. Més bona salut per a la població, ja que no hi contaminen anant amb bicicleta i a la vegada fan exercici físic.

## **Dimensió 3: Patró d'interacció**

La dimensió Patró d'interacció s'ocupa de caracteritzar les interaccions causals que s'esdevenen entre els components del sistema, entre els components del sistema i el sistema o entre el sistema amb altres sistemes, en les seves diverses formes.

En la taula a continuació es presenten les categories pertanyents a la dimensió Patró d'interacció. De les setze categories, cinc es defineixen deductivament (3.3., 3.8., 3.11., 3.15., 3.16.) i la resta (3.1., 3.2., 3.4., 3.5., 3.6., 3.7., 3.9, 3.10., 3.12., 3.13., 3.14.) són de caràcter inductiu.

Dimensió 3: Patró d'interacció		
Categoria	Característiques	Exemple
3.1. No interacció	Identificació dels components que formarien part de la interacció però on no s'estableix la interacció.	I_17:8: Anar al institut amb el cotxe té a veure amb el meu vector ambiental (transport) perquè utilitzo un vehicle (el cotxe) per anar de casa a al institut. II_14:2: Aquí hi han diferents elements de la mobilitat com és el relleu, el clima, el disseny urbanístic, tipus de transport, qualitat del servei i les persones.
3.2. Interacció lineal simple neutra	La interacció es caracteritza per una relació unidireccional i directa de neutralitat. És una relació de causa no efecte. Quan els alumnes diuen "no afecta", "no té a veure" estableixen una relació de neutralitat.	II2:3: La paraula bicicleta no té a veure amb la nostra pregunta perquè no contamina II2:20: La paraula <i>música</i> no té a veure amb la nostra pregunta perquè la música fa soroll, no brossa.
3.3. Interacció lineal simple	La interacció es caracteritza per una relació unidireccional i directa simple: una causa i un efecte. Aquestes relacions prenen quatre formes diferents segons la qualitat de l'efecte. Aquesta diferència de qualitat no té efectes en la complexitat de la US però servirà per caracteritzar posteriorment les visions de l'alumnat i per això s'ha fet la diferència. El símbol + o - no vol dir que sigui bo o dolent, sinó que augmenta o disminueix l'efecte.: C → E	II9:21: [per]Reduir el soroll de les obres [cal]Tenir silenciadors per a les obres. I16:4: Les persones produeixen residus, els quals llencen a les escombraries i que acaben al abocador.
3.4. Interacció lineal simple --	La interacció es caracteritza per una relació unidireccional i directa simple, de naturalesa negativa o descendent: la disminució de la causa genera una disminució en l'efecte -C → -E	II 10:2: [Per] Reduir la contaminació de l'aire [cal] Utilitzar menys el transport privat, com per exemple, el cotxe, la moto, etc. I 21:7: Redueix el transit en hores determinades perquè no es pugui contaminar la ciutat.
3.5. Interacció lineal simple -+	La interacció es caracteritza per una relació unidireccional i directa simple de naturalesa mixta: la disminució de la causa genera un augment en l'efecte	I22:17: I igual amb la qualitat de l'aire, amb reduir [el trànsit en] les hores determinades, com hem dit abans. De per al matí, o per al migdia, per la nit... en algunes zones determinades. <i>[la reducció del trànsit augmenta la qualitat de l'aire]</i>
3.6. Interacció lineal simple +-	La interacció es caracteritza per una relació unidireccional i directa simple de naturalesa mixta: l'augment de la causa genera disminució en l'efecte	II10:7: Facilitant la mobilitat en bici per Rubí es redueixen els accidents. I21:12: Posar bosses reutilitzables, per tal de reduir el consum de les de plàstic.
3.7. Interacció lineal simple ++	La interacció es caracteritza per una relació unidireccional i directa simple de naturalesa positiva o ascendent: l'augment de la causa genera un augment en l'efecte	II8:9: L'augment de persones asmàtiques té a veure amb la qualitat de l'aire perquè (...) si el pol·len augmenta les persones asmàtiques i al·lèrgiques també. I21:21: Aïllar la sala amb més sorolls està molt bé perquè així vindria més gent a la sala
3.8. Interacció lineal múltiple	La interacció es caracteritza per una relació unidireccional i directa múltiple. Múltiples causes i/o múltiples efectes relacionats de forma unidireccional i directa. Múltiples causes provoquen múltiples efectes i la combinació viceversa.	II21:1: la nostra idea estratègica és la mobilitat de rubí i la contaminació de l'aire. I l'objectiu és facilitar la mobilitat a rubí i reduir la contaminació (pausa) de l'aire. (...)Lloguer de bicicletes per reduir l'utilització de transport (pausa) privat. Gpstió de canvis, ____ la bicicleta, utilitzar més transport públic i reduir el transport privat.

		I21:10: El lloguer de bicis pot ser car, l'augment de zones verdes i arreglar les voreres, la restauració dels locals on hi hagi soroll pot sortir car i les obres poden molestar els veïns (soroll, pols, camions...).
3.9. Interacció linear múltiple convergent	La interacció es caracteritza per una relació unidireccional i directa múltiple. De les causes als efectes: múltiples causes provoquen un únic efecte.	I18:18: Un embús de cotxes a la sortida de l'escola té a veure amb la gestió del territori perquè les carreteres són petites, poques senyals i els semàfors no funcionen bé. I21:18: Augmentar zones verdes i reduir el trànsit en hores determinades per poder millorar la qualitat de l'aire.
3.10. Interacció linear múltiple divergent	La interacció es caracteritza per una relació unidireccional i directa múltiple. Una única causa és responsable de varis efectes.	I18:20: La construcció del túnel de Bracons té a veure amb la gestió del territori perquè destrueix zones verdes (terreny) i [genera] contaminació acústica. I22:25: L'augment de zones verdes que aniria bé per la salut, no contaminaria. I els vianants ja podrien anar a allà.
3.11. Interacció dòmino	La interacció es caracteritza per una relació unidireccional en la que la causa esdevé un efecte, i aquest efecte es converteix en una nova causa. Els efectes es propaguen des de les causes seguint un efecte dòmino. Els patrons tendeixen a ser lineals i poden evolucionar en forma de branca o radials. C-E-C-E-C-E-C-E	I12:42: Hi ha relació entre la pregunta com encaixem les peces [gestió del territori] i com ens movem per Rubí [mobilitat] perquè la gent marxa de Rubí perquè no hi ha llocs divertits i marxen amb el tren a un altre poble. I21:15: Arreglar les voreres per un lloguer de bicis per no tenir que agafar tants cotxes i no contaminar tant.
3.12. Interacció dòmino -	La interacció es caracteritza per una relació en cadena de caràcter negatiu, en el sentit de disminució: La disminució de la causa provoca disminució de l'efecte, i aquesta disminució serà la causa d'una nova disminució en els efectes.	Dòmino evolucionat a branca: I21:9 La reducció de contaminació dels cotxes, tan de CO2 com de soroll reduint també el trànsit fent que la gent pugui agafar el transport públic o una bici de lloguer, que posaríem per tot Rubí, per tal que la gent pugui tornar als mateixos llocs de Rubí que aniria amb el cotxe però sense contaminar l'aire ni fent soroll. [Com menys cotxes, menys CO2, i com menys CO2 menys contaminació de l'aire]
3.13. Interacció dòmino +	La interacció es caracteritza per una relació en cadena de caràcter positiu, en el sentit d'augment: L'augment de la causa provoca augment de l'efecte, i aquest augment serà la causa d'un nou augment en els efectes.	I18:10: Un augment de la població té a veure amb la gestió dels residus perquè si hi ha un augment de població hi hauran moltes persones, menjar i roba i totes aquestes coses són residus que poden contaminar el medi ambient. [Com més persones, més residus, i com més residus més contaminació] I18:14 Aplicar mesures per reduir el nombre d'escombraries que va a l'abocador té a veure amb la mobilitat perquè no hi hauran tants camions d'escombraries que creen embussos quan recullen els contenidors. [Si reduïm el n° d'escombraries reduïm el n° de camions, si reduïm el n° de camions reduïm els embussos]
3.14. Interacció dòmino mixta	La interacció es caracteritza per una relació en cadena de caràcter mixt, és a dir, l'augment o disminució d'una causa pot provocar augment o disminució de l'efecte.	I19:8 Menys circulació dels cotxes, llavors menys contaminació atmosfèrica. Més mobilitat dels peatons. Més bona salut per a la població, ja que no hi contaminen anant amb bicicleta i a la vegada fan exercici físic. [menor circulació de cotxes, menor contaminació atmosfèrica, a menor contaminació atmosfèrica major

		<p><i>salut per ala població</i></p> <p>I21:26: No hi hauria tanta contaminació perquè els cotxes els haurem reduït, hi hauria més zones verdes, per exemple quan reciclem podem fer bosses reutilitzables i això farà que la nostra salut millori perquè no hi haurà tanta contaminació.</p> <p><i>[reducció de cotxes genera reducció de contaminació i augment de zones verdes, i això genera millor salut per a les persones]</i></p>
3.15. Interacció retroactiva	<p>Patrons d'interacció cíclics simples amb bucles retroactius. Les causes esdevenen efectes, i aquests esdevenen causes. En aquest cas, el patró és un cercle que té un bucle retroactiu que pot ser amplificador o reductor de l'efecte.</p>	<p>II5:2: En tot cas si comprem un cotxe híbrid millorarà la qualitat de l'aire i això millorarà la nostra vida ja que respirem aquest aire.</p> <p>II14:11: JM: pero entonces cuando queman las sustancias estas que... que nosotros tiramos, también estan haciendo...</p> <p>K: ya, estan contaminando más no? digo yo</p> <p>JM: es lo mismo, no? o sea</p> <p>MG: ya pero ese gas se puede volver a utilizar</p> <p>S: se contamina lo mínimo posible</p> <p>I: el gas que surt de les incineradores...</p> <p>JM: _____</p> <p>I: és molt tòxic</p> <p>K: eso también contamina</p> <p>I: (...) queden partícules a l'aire, que no marxen. Amb l'aire o la pluja...</p> <p>K: igualmente vuelve</p> <p><i>[La incineració dels residus que produïm genera residus secundaris que afecten l'atmosfera i, aquesta atmosfera modificada afecta la nostra salut]</i></p>
3.16. Interacció recursiva	<p>Patrons d'interacció recíprocs com ara, patrons bidireccionals en els quals cada element afecta els altres. Els productes i els efectes són en sí mateixos productors i causants del que els produeix i es desdibuixa el límit de qui és producte i qui és productor.</p>	<p>I_21:25: Que no hi hagi més contaminació i la salut millorada, perquè els cotxes s'haurien reduït i hi hauria més zones verdes i més ambient, menys contaminació i més vida sana.</p> <p><i>[Si no hi ha més contaminació atmosfèrica (deguda a la reducció de l'ús de vehicle privat) millora la nostra salut (bucle 1), com que s'hauria reduït l'espai destinat als cotxes hi hauria més zones verdes, i això alhora milloraria l'estat del medi ambient (bucle 2), i al haver-hi més zones verdes afavoriria hàbits de vida saludable (bucle 3)]</i></p>

## Dimensió 4: Flux d'agents

La dimensió Flux d'agents s'ocupa de caracteritzar la naturalesa de l'agent causant d'un fenomen o d'una interacció.

En la taula a continuació es presenten les categories pertanyents a la dimensió Flux d'agents. De les cinc categories, quatre són d'origen deductiu (4.2., 4.3., 4.4. i 4.5.) i una és d'origen inductiu (4.1).

Dimensió 4: Flux d'Agents		
Categoria	Característiques	Exemple
4.1. Agents	Identificació d'agents sense establir-hi una interacció entre ells.	I_11:1: Hem posat una calavera que representa la riera

dispersos	Enumeració de components sense relacionar-los.	de Rubí, la contaminació i el vandalisme. La creu són (representa) els conflictes. Tot lo altre és els afores, la por i la emigració de la ciutat.  I:17:8: Anar al institut amb el cotxe té a veure amb el meu vector ambiental (transport) perquè utilitzo un vehicle (el cotxe) per anar de casa a al institut.
4.2. Agents centrals	Un agent és causa o efecte simple de la interacció	II_2:4: La paraula <i>cotxe</i> té a veure amb la nostra pregunta perquè el fum que treuen és contaminant.  I_21:18: Augmentar zones verdes i reduir el trànsit en hores determinades per poder millorar la qualitat de l'aire
4.3. Agents cadena	Un agent és efecte i causa a l'hora de forma que entre ells es relacionen encadenadament	I_18:10: Un augment de la població té a veure amb la gestió dels residus perquè si hi ha un augment de població hi hauran moltes persones, menjar i roba i totes aquestes coses són residus que poden contaminar el medi ambient.  II_2:17: La paraula <i>construcció</i> té a veure amb la nostra pregunta perquè quan més construcció més cases i més brossa
4.4. Agents xarxa	Diversos agents relacionats entre ells formant un entramat de relacions <i>unidireccionals i directes</i> , alguns són causa i d'altres efecte. Relacionats entre ells <i>de forma simple</i> . També els trobem en patrons dòmino que es dispersen en branques.	I_21:9: La reducció de contaminació dels cotxes ,tan de CO2 com de soroll reduint també el trànsit fent que la gent pugui agafar el transport públic o una bici de lloguer, que posaríem per tot Rubí, per tal que la gent pugui tornar als mateixos llocs de Rubí que aniria amb el cotxe però sense contaminar l'aire ni fent soroll.
4.5. Agents emergents	La relació que hi ha entre els agents de la interacció és de caràcter emergent. Les modificacions en el nivell micro afecten al nivell macro. Les propietats dels components del nivell micro tenen efectes en el sistema (macro).	II_2:6: una contaminació afecta l'altra i així successivament. Una carretera nova afecta a moltes coses a la vegada.

## Dimensió 5: Probabilitat

La dimensió Probabilitat s'ocupa de la predictibilitat dels efectes, i de la incorporació o no de la incertesa en predir efectes i conseqüències de les accions en el medi.

En la taula a continuació es presenten les categories pertanyents a la dimensió Probabilitat. Totes les categories d'aquesta dimensió són d'origen deductiu.

Dimensió 5: Probabilitat		
Categoria	Característiques	Exemple
5.1. Probabilitat determinista	No es considera la incertesa ni la impredictibilitat. Les	<i>Per exemple: hi haurà, si em passa això aleshores passarà allò altre</i>

	conseqüències o efectes en el sistema de les accions plantejades són conegudes.	I_18:5: Substituir una central tèrmica per una nuclear té a veure amb la qualitat de l'aire perquè contamina molt més. II_9:26: la gent aniria més en bici i deixarien apartat una mica el cotxe, llavors no hi hauria tanta contaminació i sí que hi hauria bona salut en la població.
5.2. Probabilitat moderada d'atzar	Es considera un cert gradient d'atzar o la impredecibilitat en les conseqüències o efectes de les accions proposades.	<i>Per exemple: podria ser que, segurament passaria...</i> I_22:21: "Clar, per exemple els lloguers de bici costarien uns diners i llavors hi hauria gent que a lo millor no estaria... que no disposi de tants diners aleshores dons li sortiria una mica car." II_10:9: [el transport públic] Pot estar ple i t'hauràs d'esperar al següent. Si perds un autobús t'hauràs d'esperar al següent i trigaràs molt. II_4:5: La basura és sòlida, però hi ha un líquid que també és basura i després es passa a gas, però no tot ja que hi ha unes partícules que es queden a l'aire i que després podem respirar.
5.3. Probabilitat d'indeterminació	Es consideren bucles retroactius o recursius que donen un caràcter irreversible en les conseqüències o efectes de les accions proposades.	II 14:7: "I: no ho fem. Lo del transport públic tothom diu que si fos millor la gent l'agafaria, llavors per què no ho fan? JM: no les conviene, no sacarían tanto dinero, y si tiene que pagar a todo el personal y todo, si ganan menos ellos cobrarán menos, no? y nos afecta a nosotros también o sea que..."



## Annex 2: Característiques de les activitats de la mostra

En l'Annex 2 es descriuen les activitats que formen part de la mostra i que s'han anomenat en el capítol V.

### Activitat 1

Aquesta primera activitat té per objectiu l'exposició de les idees de l'alumnat sobre aspectes que es tractaran al llarg de la unitat didàctica i serveix per situar la temàtica que es treballarà. Aquest exercici es fa a través del graffiti com a llenguatge comunicatiu. A continuació es presenta l'enunciat de l'activitat:

#### QUIN GRAFFITI REPRESENTARIA RUBÍ?

Si haguéssiu d'escollir d'entre les mostres que heu vist de l'exposició, quin graffiti creieu que podria representar millor el vostre municipi? N'escolliríeu només un o bé preferiríeu poder escollir diferents parts de varis graffitis? A continuació us proposem que prenent com a referència els graffitis anteriors, construïu aquell graffiti que penseu que representaria Rubí. Podeu escollir un únic graffiti o bé fer-ne un a la vostra mida. Un cop hagueu fet el vostre graffiti conserveu-lo.

En quins elements us heu fixat per a fer-lo i per què? Expliqueu-ho en aquest espai.

El tipus de respostes de l'alumnat consisteix en descripcions de la seva ciutat a partir d'aspectes relacionats amb la qualitat ambiental i l'estat del medi ambient en general.

Per exemple:

“Hem posat una calavera que representa la riera del Rubí, la contaminació i el vandalisme. La creu són (representa) els conflictes. Tot lo altre és els afores, la por i la emigració de la ciutat.” (Grup I, residus)

### Activitat 2

En aquesta activitat es pretén entrar en contacte amb el vector ambiental, pensar què significa el seu vector ambiental i si té alguna relació amb els altres i així poder activar els coneixements necessaris de cara a la realització de la unitat didàctica.

#### DE QUÈ PARLEM QUAN PARLEM DE...

Després de la posada en comú reflexioneu sobre els diferents elements que han aparegut al mural: penseu si hi pot haver alguna relació entre les paraules del mural. Penseu també quines de les paraules que han aparegut tenen a veure amb la vostra pregunta o no i per què. Escriviu-ho en l'espai que teniu a continuació.

Paraules o frases que han aparegut al mural i que penso que tenen a veure amb la nostra pregunta:

La paraula..... té a veure amb la nostra pregunta perquè ....

Trobeu alguna relació entre les diferents paraules que conformen el mural? Quines?

De què parlen les diferents preguntes? Tenen a veure les unes amb les altres? Justifiqueu la vostra resposta.

El tipus de respostes de l'alumnat consisteix en frases descriptives a partir d'omplir la pauta proposada a partir de les quals descriu els principals components del vector ambiental. A continuació s'estableixen relacions entre el seu vector ambiental i alguns d'altres.

Per exemple:

“La paraula *vehicle* té a veure amb la nostra pregunta perquè provoquen molt de soroll.” (Grup I, contaminació acústica)

“Hem vist que hi ha relació entre graffiti de la pregunta 1 (aire) i el de la pregunta 5 (territori) i pensem que es relacionen perquè parlen de la contaminació.” (Grup I, gestió del territori).

### Activitat 3

En aquesta activitat la finalitat és la de concretar el tema de la unitat: la qualitat ambiental de la teva ciutat. Per a fer-ho es parteix d'allò que en pensa l'alumnat, què li agrada i què canviaria amb relació al tema de la unitat didàctica.

#### LA TEVA OPINIÓ EOS INTERESSA

A continuació anoteu **individualment** les respostes al vostre quadern. En els darrers anys haureu sentit parlar sovint sobre el medi ambient, en les notícies, en les converses del carrer, fins i tot es diu que el medi ambient "està de moda". Però, què entenem per medi ambient, de què parlem quan parlem sobre el medi ambient? Penseu individualment què significa per a vosaltres el medi ambient i responeu la pregunta que teniu a continuació:

a) Si haguessis de descriure a una persona d'un altre país com és el medi ambient en el municipi on vius, què li explicaries? Escriviu un petit text descriptiu acompanyat d'un dibuix.

b) Penseu en la pregunta que us ha tocat. Quina és la vostra opinió sobre l'estat del soroll, la mobilitat, els residus, el territori o la qualitat de l'aire, al municipi on viviu?

c) En relació amb el que heu explicat anteriorment, penseu si us agrada tal com és l'estat del medi ambient en el vostre municipi amb relació al vostre tema, o si potser us agradaria canviar-lo. En cas que volguéssiu que fos diferent, expliqueu què canviàrieu i perquè.

El tipus de respostes de l'alumnat consisteix en frases descriptives de l'estat del medi ambient al seu municipi, en general primer i en concret del seu vector ambiental a continuació. A continuació l'alumnat explica si canviaria algun aspecte amb relació al que han descrit. Per exemple:

“Doncs que està molt bé que tot el tinc a prop de la meva casa i que és molt tranquil.” (Grup I, gestió del territori)

“Hi ha soroll, no molt, però encara que els de l'ajuntament es preocupin per el medi ambient, hi ha gent que no hi llença la brossa pel carrer.” (Grup I, mobilitat)

“Canviaria, podríem anar més caminant i no anar amb cotxe a tots els llocs.” (Grup I, mobilitat)

### Activitat 4

Aquesta activitat forma el tronc principal de les de la fase d'introducció de continguts i consisteix en la lectura cooperativa d'un text científic. El text està organitzat en cinc parts, cadascuna fent referència a un aspecte del vector ambiental. Així, la primera part descriu l'estructura i els components del vector, la segona part descriu els fluxos de matèria i energia del vector, la tercera part fa referència als processos reguladors i les normatives que afecten el vector, la quarta part fa referència a la diversitat i l'última part fa èmfasi en les funcions dels components del vector. A continuació es mostra l'enunciat per a la part dos referent als fluxos de matèria i energia.

#### UNA NOVA VISIÓ, NOUS PUNTS DE VISTA...

##### Part 2. Els intercanvis de matèria i energia

En el text que heu llegit es parla de diferents intercanvis. En alguns casos es produeixen intercanvis de matèria a causa de les accions d'una o més persones, com en el ritme de producció dels residus. En altres textos els intercanvis es relacionen amb l'energia, com per exemple la que utilitzem per moure'ns d'un lloc a un altre o la que produeix el soroll.

2a) Quin tipus d'intercanvis heu detectat en els diferents temes? Són tots iguals? Feu una llista dels canvis i intenteu buscar similituds i diferències.

2b) De què depenen els canvis que experimenta el medi ambient? Penseu que poden ser a causa de les accions humanes o també poden intervenir altres factors que no podem controlar? A partir dels exemples del text expliqueu en quins casos pertanyen a un tipus o altre i perquè.

2c) Finalment, proposeu altres intercanvis de matèria i energia que penseu que tenen a veure amb els temes i que no han aparegut en els textos.

El tipus de respostes de l'alumnat varia s en funció de l'enunciat de cada part. En general són respostes de tipus descriptiu a partir del que s'ha llegit al text. Per exemple:

“2a) La basura és sòlida, però hi ha un líquid que també és basura i després es passa a gas, però no tot ja que hi ha unes partícules que es queden a l'aire i que després podem respirar.

2b) Puc controlar si reciclar o no, però no puc controlar que hi hagin partícules que contaminen l'aire.” (Grup II, Residus)

## Activitat 5

Aquesta activitat té per objectiu compartir amb els membres del grup el que s'ha llegit en el text científic, ja que cada membre ha llegit una part amb relació a un mateix vector ambiental. A partir de proposar una situació de la vida quotidiana l'alumnat ha de posicionar-se amb relació a la presa de decisions justificant-la a partir dels continguts científics treballats.

### UNA PREGUNTA... QUANTES RESPOSTES?

A casa de la Maria estan pensant en canviar el cotxe. Una possibilitat que dóna el mercat és compra un cotxe híbrid que combina el consum de gasolina amb la possibilitat de consumir energia elèctrica i d'aquesta manera disminuir les emissions de gasos a l'aire. Durant el sopar la família discuteix aquest tema i apareixen les següents opinions:

Joan: Crec que hem de comprar el cotxe híbrid, tot i que és més car el benefici ambiental va més enllà de la qualitat de l'aire i això s'ho val.

Maria: La qualitat de l'aire del nostre municipi és prou bona i per tant no cal que pensem en aquesta inversió.

Pere: La qualitat de l'aire depèn de molts elements, no només del nostre cotxe. No tinc clar que es noti el nostre esforç.

Júlia: Si comprem un cotxe híbrid millorarà la qualitat de l'aire i això millorarà la nostra vida ja que respirem aquest aire. Jo no tinc dubtes.

I tu, què en penses? Utilitzant **els continguts del text** justifica la teva resposta.

El tipus de respostes de l'alumnat consisteix en posicionaments que la majoria de vegades inclouen alguns aspectes treballats en el text del seu propi vector i en alguns casos s'estableixen relacions amb aspectes d'altres vectors. Per exemple:

“L'opinió de tot el grup és anar en tren perquè és menys contaminant, anem a la nostra bola sense que ens controlin els pares i és més econòmic perquè en cotxe gastem bastant diners en benzina, en canvi en tren tindríem que comprar una targeta familiar per a tothom i així no gastem tant com en gasoil.” (Grup II, mobilitat)

## Activitat 6

Aquesta última activitat de la fase d'introducció dels continguts pretén ajudar l'alumnat a sintetitzar i estructurar el que significa el seu vector ambiental. Aquest exercici es duu a terme a partir de la demanda de la definició del seu vector ambiental, que s'orienta a partir d'una pauta.

### ENDREÇAR LES IDEES

Després d'haver treballat el text feu una definició del que penseu que tracta la vostra pregunta. Per a fer-ho, seguiu els passos següents.

Quin **vector ambiental** treballeu amb la vostra pregunta?

Quins **elements** intervenen per definir el vostre vector?

*Exemple: petroli, fums*

Quins **processos** (intercanvis de matèria i energia) tenen lloc amb relació al vostre vector ambiental?

*Exemple: El cotxe, les fàbriques, ... necessita petroli i la seva combustió produeix fums que van a parar a l'atmosfera.*

Quines **conseqüències** tenen aquests fenòmens en la vida de les persones?

*Exemple: Si s'emet molt fum a l'atmosfera, pot acumular-se i això té efectes negatius en la salut de les persones, animals i plantes. També deteriora els edificis.*

Penseu en alguna **intervenció** o opció alternativa de millora per aquests fenòmens.

*Exemple: Es poden usar combustibles que no emetin partícules contaminants com els biocombustibles, posar filtres o deixar d'anar en cotxe.*

El tipus de respostes de l'alumnat consisteix en respondre les preguntes de la pauta i en alguns casos l'alumnat construeix la definició a partir de les respostes que donen a la pauta proposada, per exemple:

“La mobilitat pot ser contaminant o saludable. La (mobilitat) contaminant pot ser amb aparells com els cotxes, vaixells, trens... i fan soroll i has de pagar. I la (mobilitat) saludable es pot fer caminant o amb bici, tardes més temps però no contamina.” (Grup I, mobilitat)

“La contaminació acústica es un tipus de contaminació que es provocada per els sorolls, forts, excessius que poden provocar malalties a la gent.” (Grup II, soroll)

## Activitat 7

Aquesta primera activitat de la fase d'estructuració té per objectiu relacionar els continguts treballats fins al moment amb la accions quotidianes diàries.

### QUINES ACCIOOS DEL TEU DIA A DIA TENEN A VEURE AMB EL TEU VECTOR AMBIENTAL?

D'entre totes les activitats que duu a terme al llarg del dia escolliu-ne **dues** que siguin importants per a vosaltres i que tinguin a veure amb el vostre vector ambiental. Justifiqueu la vostra resposta. D'entre totes les activitats que faig durant el dia, l'activitat .....

té a veure amb el meu vector ambiental (.....) perquè.....

Les respostes de l'alumnat consisteixen en la justificació de la relació d'activitats quotidianes amb el seu vector ambiental. En algunes ocasions s'utilitzen continguts treballats en les activitats anteriors i en d'altres no. Per exemple:

“D'entre totes les activitats que faig durant el dia, l'activitat anar a peu a comprar té a veure amb el meu vector ambiental (qualitat ambiental) perquè no contamina l'aire.” (Grup I, qualitat aire)

“Anar i tornar del cole té a veure amb la mobilitat perquè tots els nens (estudiants) entren al cole i n’hi ha molta mobilitat a aquella hora i alguns van en cotxe, bicicleta, skate...” (Grup II, qualitat aire)

## Activitat 8

En aquesta activitat es manté la relació d’activitats quotidianes amb el propi vector però en aquest cas la relació s’ha d’establir a partir d’activitats concretes proposades.

### NOSALTRES COM HO VIVIM?

Totes les activitats que es mostren a continuació tenen una relació amb la qualitat de l’aire, algunes més directament i d’altres no tant. Penseu-hi i anoteu a sota de cada acció la relació que té cada activitat amb la qualitat de l’aire. A l’hora de respondre recordeu des d’on us ho mireu, si des de la ciutadania o bé des de l’administració local.

*Limitar els tipus d’indústries té a veure amb la qualitat de l’aire perquè.....*

*Comprat en una cooperativa de consum té a veure amb la qualitat de l’aire perquè.....*

Les respostes de l’alumnat a la pauta relacionen les activitats proposades amb el propi vector a partir dels continguts treballats i en algunes ocasions també s’estableixen relacions amb altres vectors. Per exemple,

“Aplicar mesures per reduir el nombre d’escombraries que va a l’abocador té a veure amb la mobilitat perquè no hi hauran tants camions d’escombraries que creen embussos quan recullen els contenidors.” (grup II, mobilitat)

“Participar en una activitat de reforestació té a veure amb la qualitat de l’aire perquè es neteja l’aire perquè els arbres nous fan més oxigen.” (grup I, qualitat de l’aire)

## Activitat 9

Aquesta primera activitat de la fase d’aplicació consisteix en l’establiment de les línies d’actuació de cada grup. Es tracta de definir els principals reptes amb relació a cada vector, incloent les principals problemàtiques i actuacions que es poden dur a terme per gestionar les problemàtiques detectades.

### L’ACCIÓ ÉS ESTRATÈGIA

Ha arribat el moment d’elaborar les **línies estratègiques** que formaran part del Pla d’Acció Local de Rubí.

Les línies estratègiques són les bases necessàries per fer l’Agenda 21 del municipi. **L’Agenda 21** es defineix com un programa d’actuacions a nivell **municipal** que orienten el canvi del municipi segons uns criteris de qualitat ambiental i sostenibilitat. És un **procés participatiu** on intervé l’Administració local, la ciutadania i els equips d’experts. Realitzar aquesta agenda és un procés voluntari i l’Ajuntament de Rubí va decidir adherir-se al programa l’any 1998. Per fer una Agenda 21 calen prèviament unes línies estratègiques (la idea general del que voleu fer), uns objectius (més concrets per poder aconseguir realitzar la idea) i unes actuacions concretes (les accions que s’haurien de fer per aconseguir els objectius).

Penseu en els **reptes** que ha d’afrontar Rubí amb relació al vostre vector ambiental i les línies estratègiques que hauria de tenir el PAL de Rubí, definiu uns objectius per cada línia i unes actuacions per poder aconseguir els objectius. És fonamental que tingueu en compte el que heu treballat en la unitat i que justifiqueu cada una de les actuacions.

Les respostes de l'alumnat consisteixen en la descripció de les fortaleses i les debilitats del municipi amb relació a cada vector. A continuació seguint una pauta proposada l'alumnat proposa una línia estratègica a seguir, que compta amb objectius concrets i actuacions per a poder dur-les a terme. Per exemple,

Línia estratègica: Rubí solució	
Objectius	Actuacions
Objectiu 1: reduir el soroll a Rubí	Aïllar les sales amb més soroll Tancar les fàbriques a la nit Aplicar les llei que hi ha
Objectiu 2: reduir el trànsit a partir d'una hora determinada	Prohibir passar per alguns carrers a partir d'una hora a si no ets veí.
Objectiu 3: reduir el soroll a les obres	Treballar a les obres quan la majoria de la gent no estigui a casa Fer màquines més silencioses

(Grup I, soroll)

## Activitat 10

En aquesta activitat es tracta d'elaborar el Pla d'Acció Local a partir del diàleg entre les diferents línies estratègiques de cada vector ambiental. Consisteix en el següent pas a partir de l'activitat anterior on es confecciona un pla d'acció que situa les accions en el temps i té en compte aspectes com ara les conseqüències de les actuacions proposades, els imprevistos que hi podria haver en l'aplicació o els arguments en contra.

### PLANIFIQUEM L'ACCIÓ: PLA D'ACCIÓ LOCAL DE RUBÍ 2010

En general els Plans d'Acció són eines útils per tal d'integrar les diferents visions que els especialistes tenen sobre una ciutat. Es tracta d'integrar en un document les diferents propostes amb l'objectiu de millorar la qualitat ambiental del municipi i això és precisament el que avui fareu en els nous grups. Presenteu al nou grup les vostres línies estratègiques i les actuacions que duríeu a terme en el vostre àmbit.

Entre tots heu de decidir si confeccionareu un pla d'acció que contingui totes les línies estratègiques presentades o només algunes. En qualsevol cas haureu de justificar per què heu escollit aquelles i no unes altres en la taula següent.

També podeu escriure noves línies estratègiques a partir del que heu compartit amb els membres d'altres àmbits. Per exemple, si veieu que hi ha línies estratègiques que tenen objectius similars les podeu ajuntar en una i explicar per què.

Text que justifica la proposta d'actuació conjunta:

La nostra idea és..... (Línia estratègica)

Els nostres objectius són...

Les actuacions per aconseguir els objectius són...

Justificació de les actuacions amb relació als objectius...

Les conseqüències de la nostra proposta podrien ser...

Alguns aspectes de la nostra intervenció que no podem predir serien...

Arguments en contra de la nostra idea poden ser...

Les respostes de l'alumnat consisteixen en el text justificatiu que acompanya la proposta d'actuació. Les propostes inclouen aspectes dels diversos vectors, de manera que les justificacions també inclouen els continguts treballats per als diferents vectors, relacionats entre ells. Per exemple,

“La nostra idea és: Millorar la mobilitat dels vianants

Els nostres objectius són : Arreglar les voreres perquè els vianants caminin millor

Les actuacions per aconseguir els objectius són :

Arreglar les voreres per un lloguer de bicis per no tenir que agafar tants cotxes i no contaminar tant.

Arreglar les voreres perquè la gent no s'entrebanqui pel carrer.

Justificació de les actuacions amb relació als objectius: arreglar les voreres perquè els vianants puguin anar contents per les voreres sense que caiguin i fer un lloguer de bicis per no utilitzar tant el cotxe.

Conseqüències: No hi hauria tanta contaminació. Amb un horari de reducció de trànsit i amb l'increment de zones verdes, i la incorporació de nous sistemes de transport per els vianants, com lloguer de bicis, carrers més amples, tindriem molts menys residus i més zones verdes.

Alguns aspectes de la nostra intervenció que no podem predir serien: Que el lloguer de bicis pot molestar els vianants que van a peu, hi hauria més embussos.

Arguments en contra: El lloguer de bicis pot ser car, i les obres per arreglar les voreres poden molestar els veïns (soroll, pols, camions...)” (Pla d'actuació Local del grup I)

## Activitat 11

Aquesta activitat consisteix en l'elaboració del graffiti com a eina comunicativa del pla d'acció local confeccionat en l'activitat anterior. Posteriorment l'alumnat fa una exposició oral justificant el graffiti i la seva proposta.

### I SI AIXÒ FOS UN GRAFFITI?

Aquesta mateixa pregunta us la vam formular al principi del crèdit de síntesi i la va respondre a partir d'alguns dels graffitis presents en l'exposició *Le tag au Grand Palais*. Ara us tornem a plantejar el repte de representar Rubí en un graffiti però aquesta vegada haureu de fer vosaltres mateixos el graffiti.

La mostra d'aquesta activitat és la transcripció de l'exposició oral que l'alumnat fa en grup.





## **Annex 3: Gràfiques de freqüències corresponents als resultats de l'objectiu 2.1.**

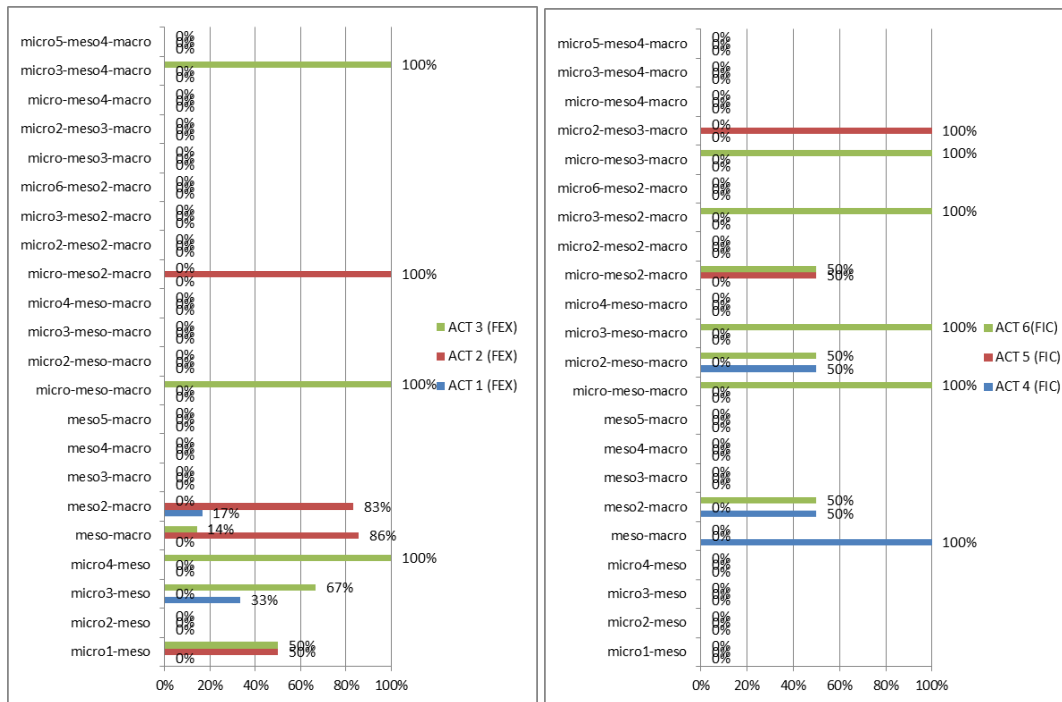
En l'Annex 3 es presenten les gràfiques de freqüències relatives referenciades en el capítol VI corresponents als resultats de l'objectiu 2.1., referents al grau d'expressió de les dimensions. En primer lloc es presenten les gràfiques del grup I, seguidament les gràfiques del grup II.

### **Gràfiques de freqüències corresponents als resultats de l'objectiu 2.1. del grup I**

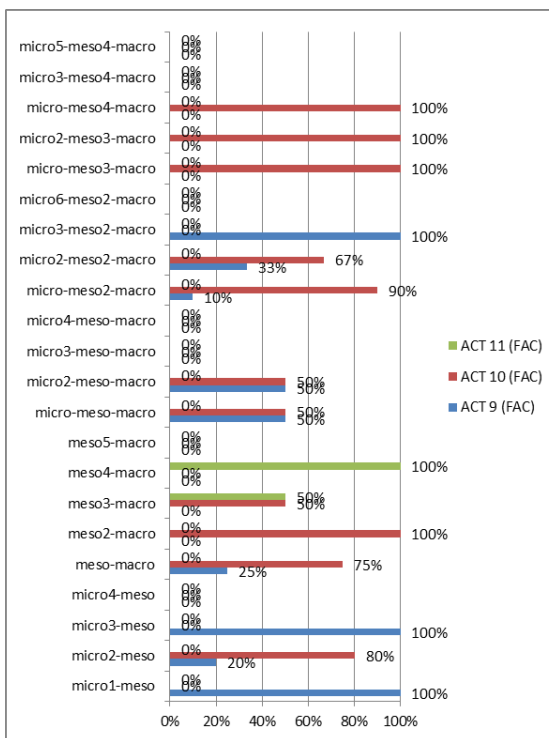
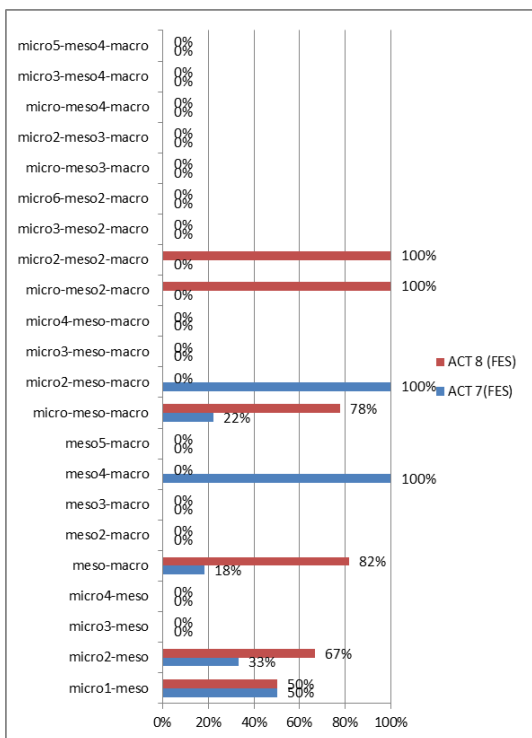
Les gràfiques es presenten seguint l'ordre de les dimensions exposat en els resultats. Per a cada dimensió es presenten quatre gràfiques, una per les activitats de cada fase de la unitat didàctica.

## Dimensió 1

Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Nivell Escalar en les activitats de la fase d'exploració del Grup I. Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Nivell Escalar en les activitats de la fase d'introducció del Grup I.

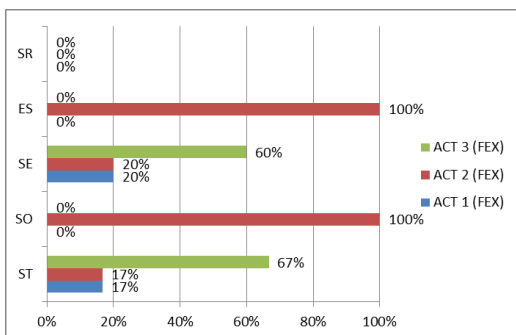


Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Nivell Escalar en les activitats de la fase d'estructuració del Grup I. Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Nivell Escalar en les activitats de la fase d'aplicació del Grup I.

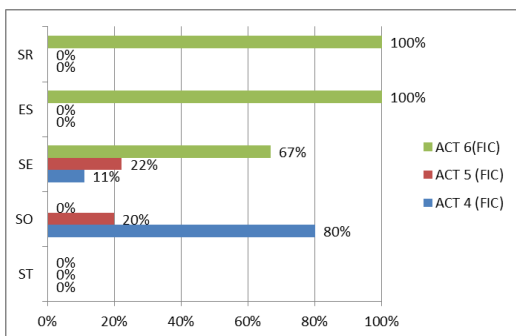


## Dimensió 2

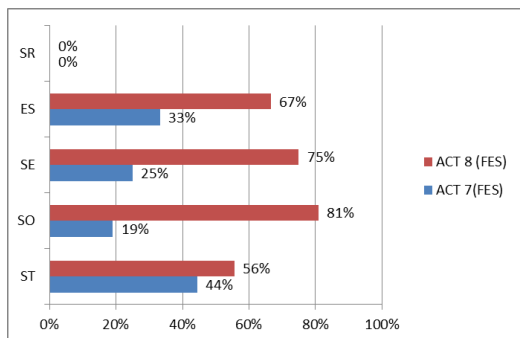
Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Obertura del Sistema en les activitats de la fase d'exploració del Grup I.



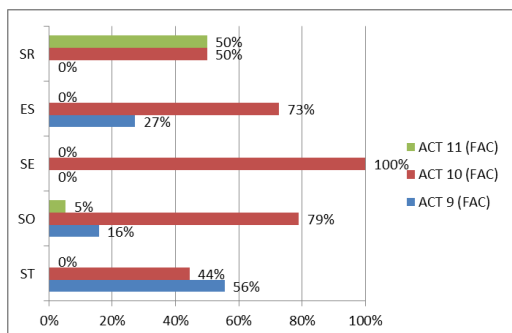
Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Obertura del Sistema en les activitats de la fase d'introducció del Grup I.



Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Obertura del Sistema en les activitats de la fase d'estructuració del Grup I.

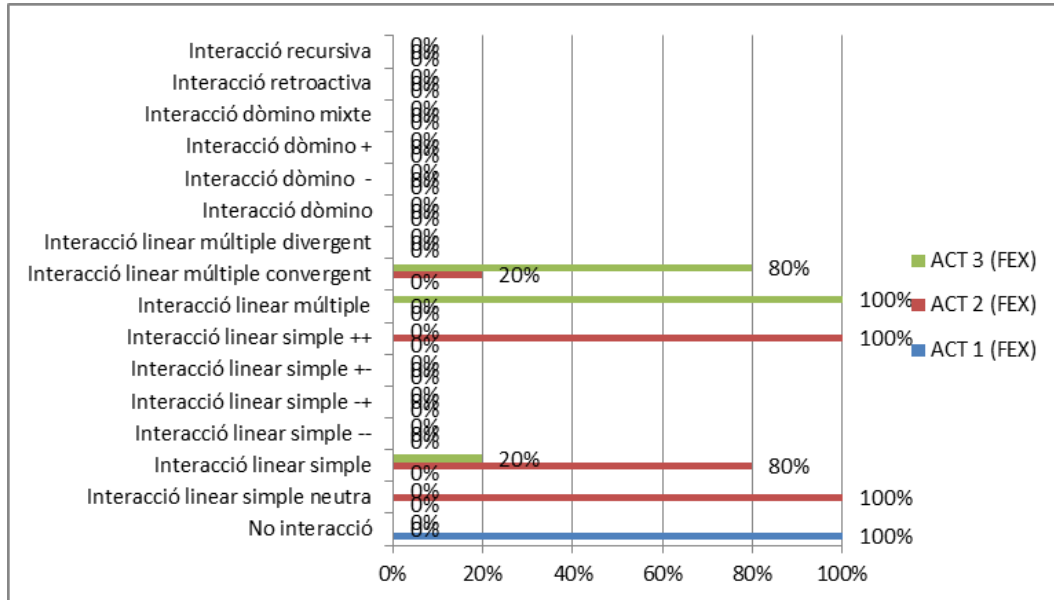


Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Obertura del Sistema en les activitats de la fase d'aplicació del Grup I.

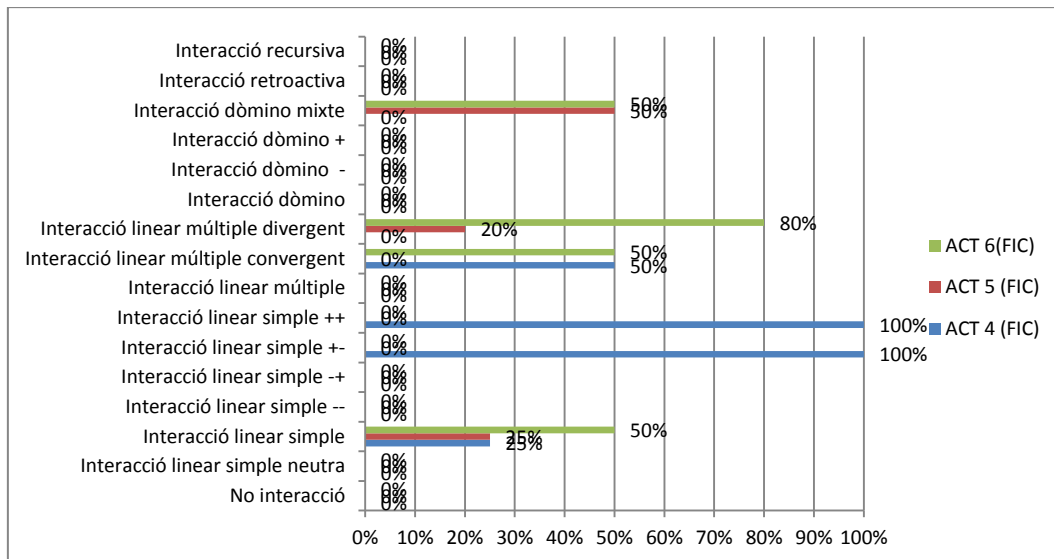


### Dimensió 3

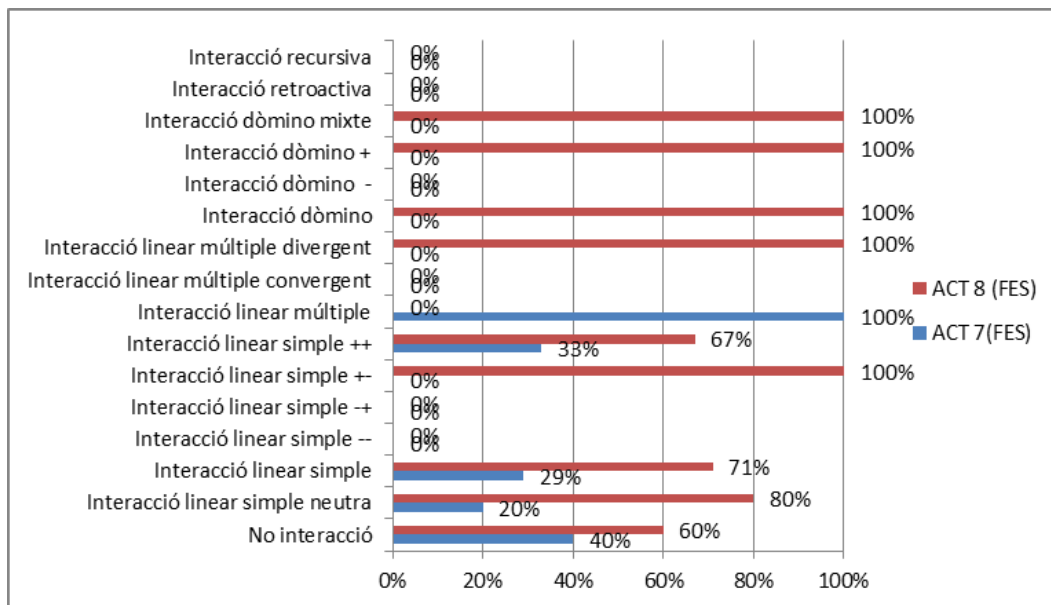
Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Patró d'Interacció en les activitats de la fase d'exploració del Grup I.



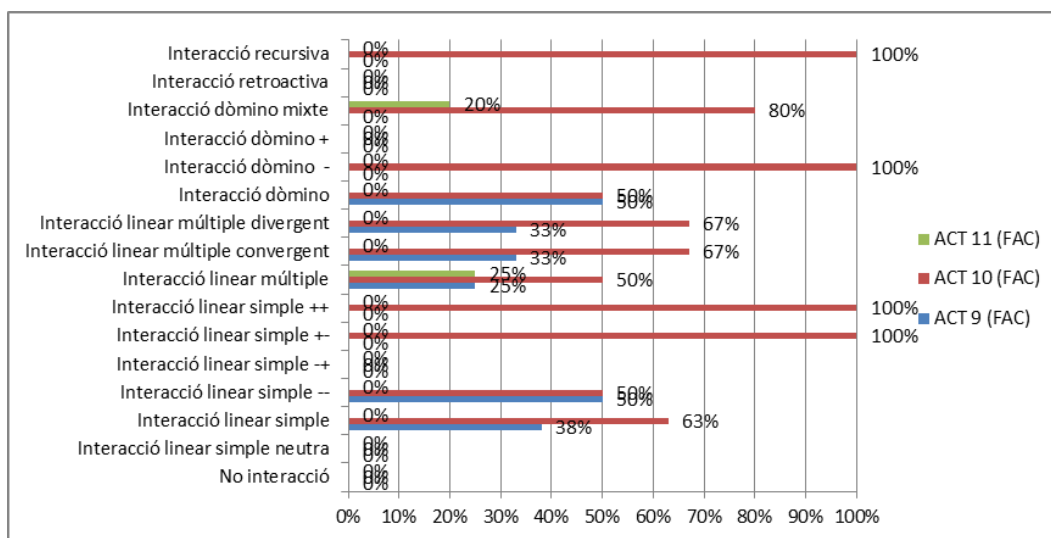
Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Patró d'Interacció en les activitats de la fase d'introducció del Grup I:



Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Patró d'Interacció en les activitats de la fase d'estructuració del Grup I.

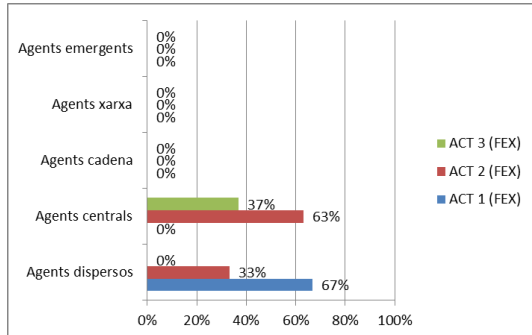


Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Patró d'Interacció en les activitats de la fase d'aplicació del Grup I.

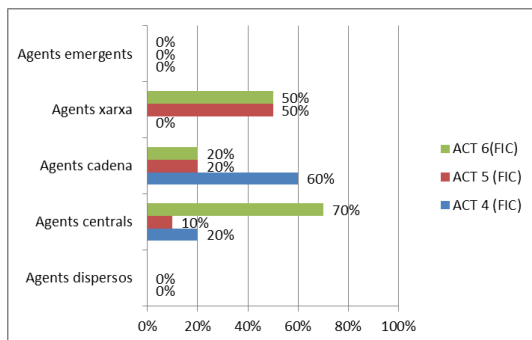


## Dimensió 4

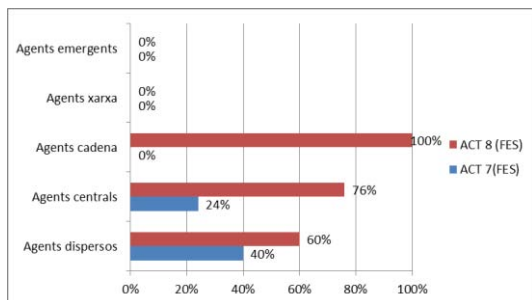
Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Flux d'Agents en les activitats de la fase d'exploració del Grup I.



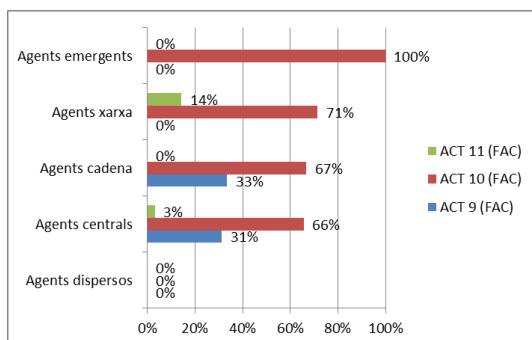
Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Flux d'Agents en les activitats de la fase d'introducció del Grup I.



Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Flux d'Agents en les activitats de la fase d'estructuració del Grup I.

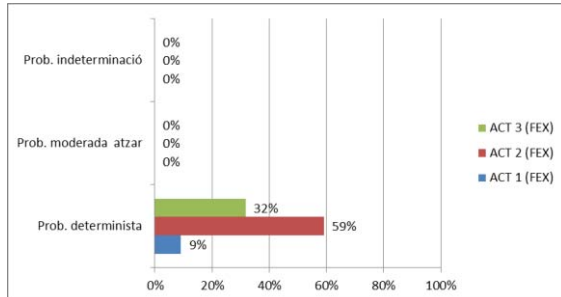


Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Flux d'Agents en les activitats de la fase d'aplicació del Grup I.

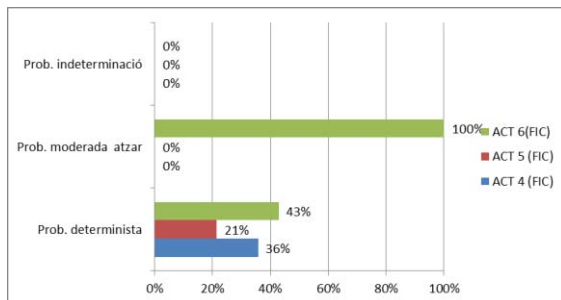


## Dimensió 5

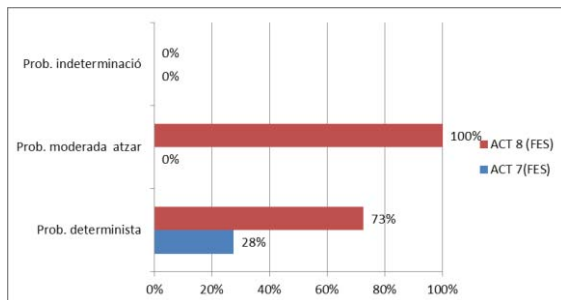
Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Probabilitat en les activitats de la fase d'exploració del Grup I.



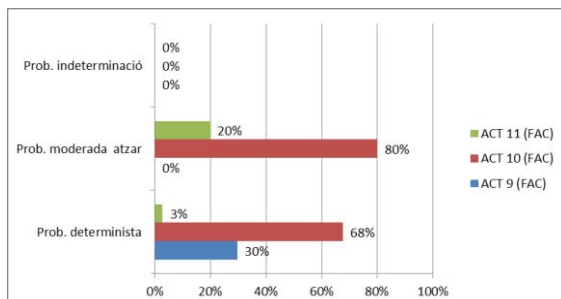
Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Probabilitat en les activitats de la fase d'introducció del Grup I.



Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Probabilitat en les activitats de la fase d'estructuració del Grup I.



Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Probabilitat en les activitats de la fase d'aplicació del Grup I.



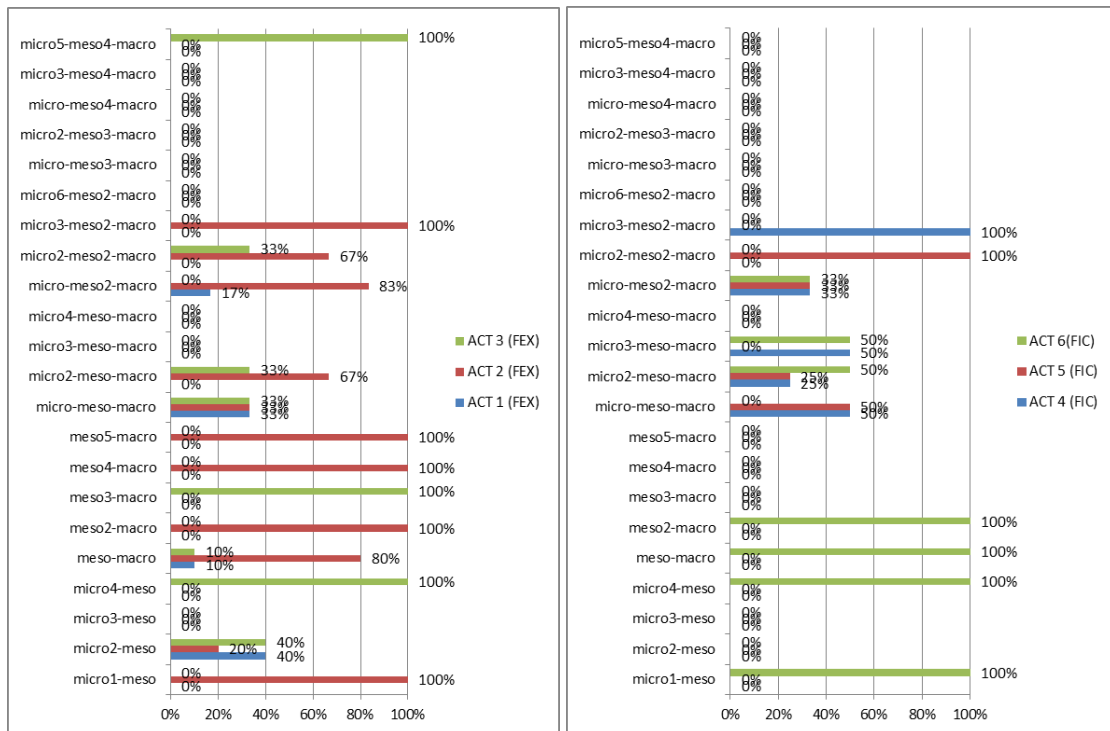


## **Gràfiques de freqüències corresponents als resultats de l'objectiu 2.1. del grup II**

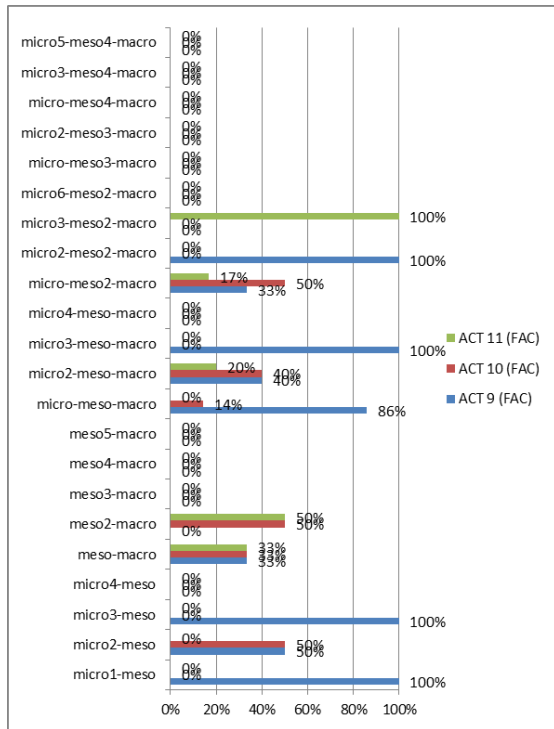
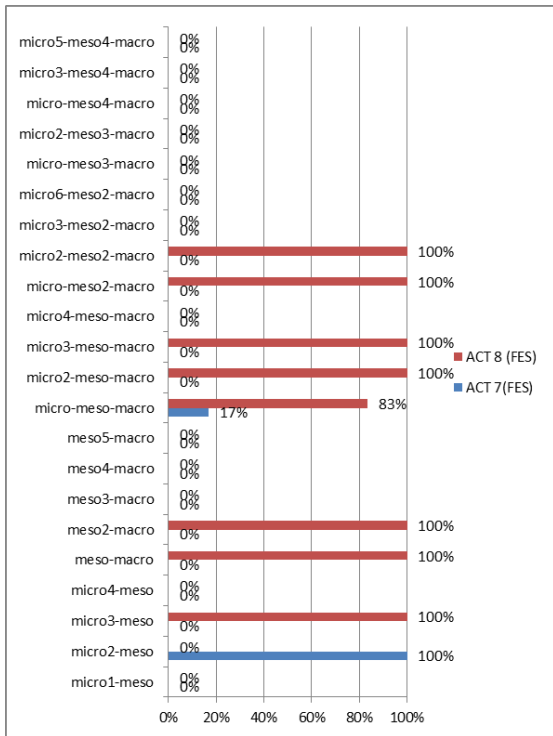
Les gràfiques es presenten seguint l'ordre de les dimensions exposat en els resultats. Per a cada dimensió es presenten quatre gràfiques, una per les activitats de cada fase de la unitat didàctica.

## Dimensió 1

Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Nivell Escalar en les activitats de la fase d'exploració del Grup II. Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Nivell Escalar en les activitats de la fase d'introducció del Grup II.

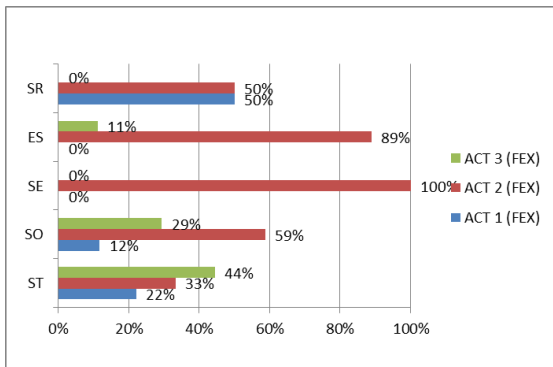


Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Nivell Escalar en les activitats de la fase d'estructuració del Grup II. Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Nivell Escalar en les activitats de la fase d'aplicació del Grup II.

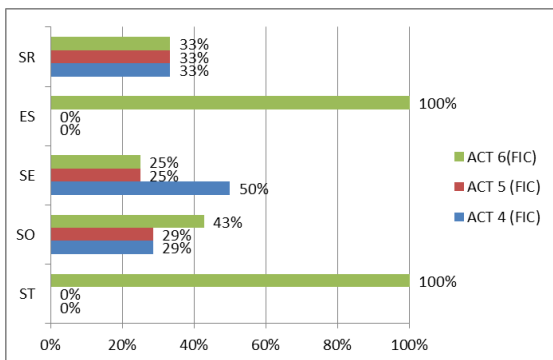


## Dimensió 2

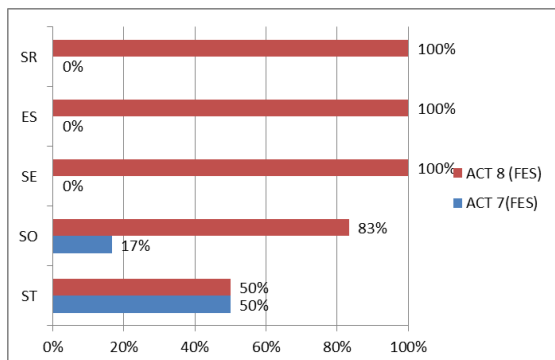
Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Obertura del Sistema en les activitats de la fase d'exploració del Grup II.



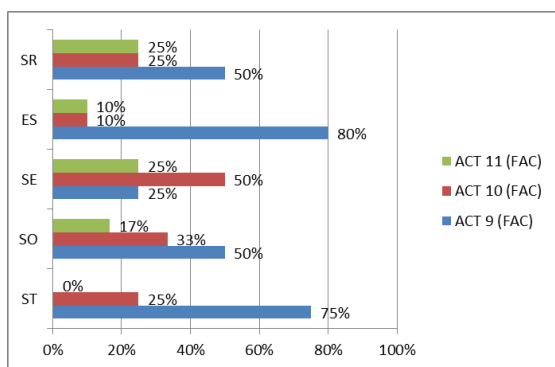
Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Obertura del Sistema en les activitats de la fase d'introducció del Grup II.



Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Obertura del Sistema en les activitats de la fase d'estructuració del Grup II.

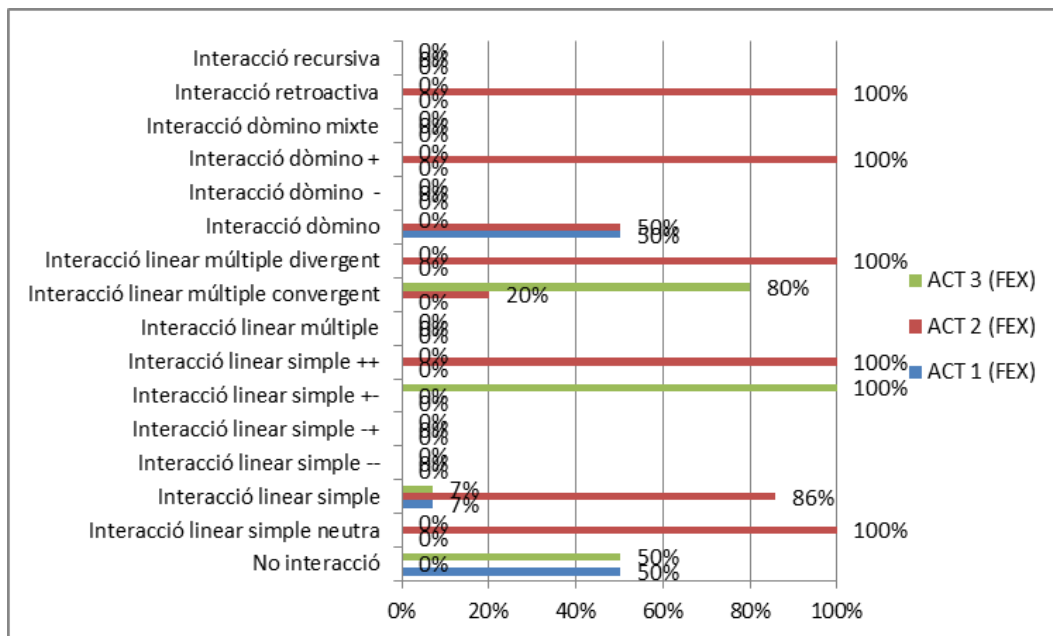


Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Obertura del Sistema en les activitats de la fase d'aplicació del Grup II.

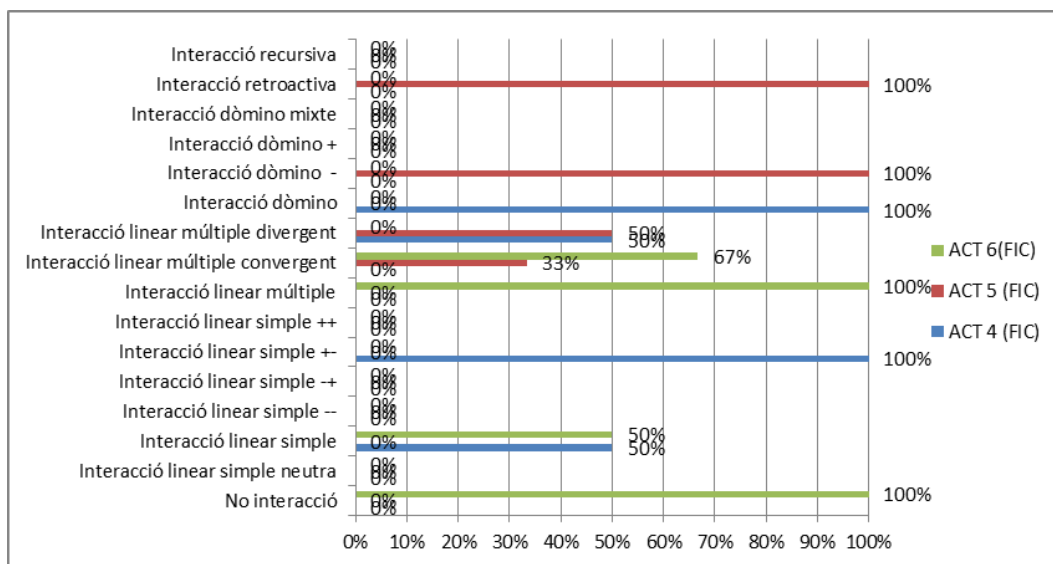


### Dimensió 3

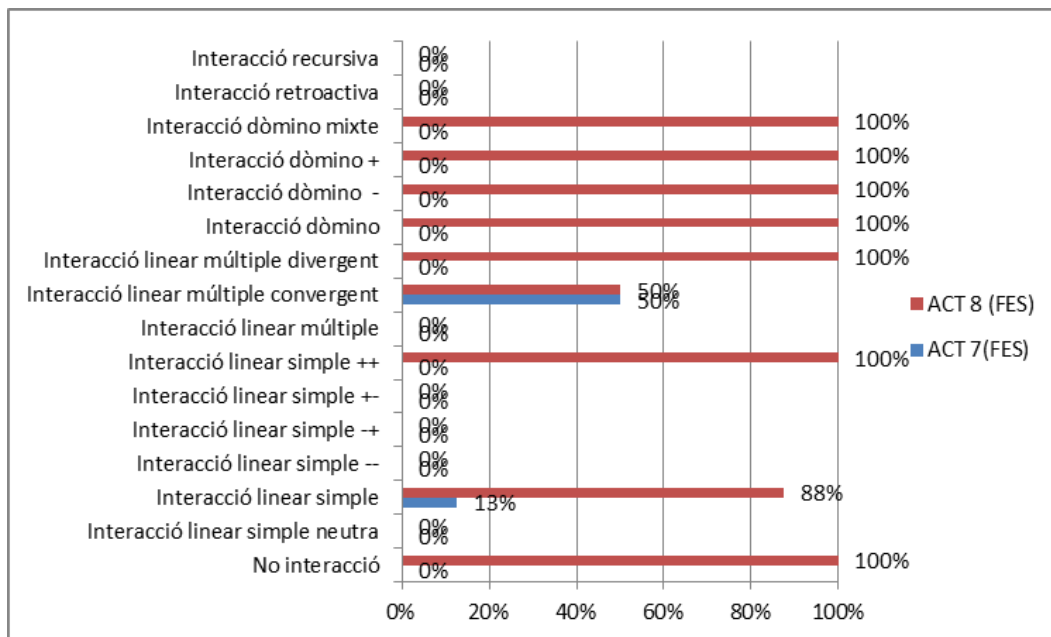
Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Patró d'Interacció en les activitats de la fase d'exploració del Grup II.



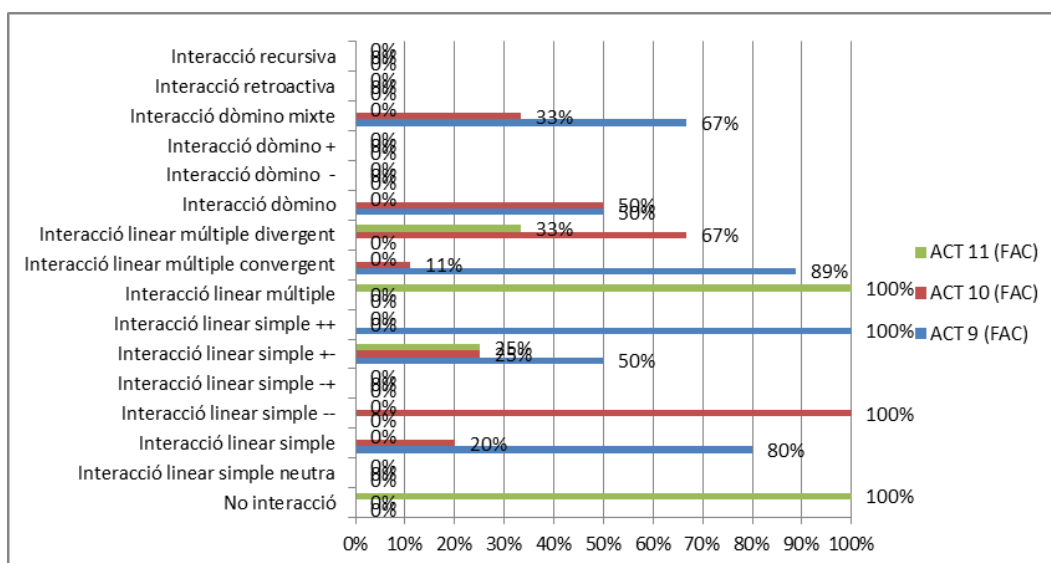
Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Patró d'Interacció en les activitats de la fase d'introducció del Grup II:



Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Patró d'Interacció en les activitats de la fase d'estructuració del Grup II.

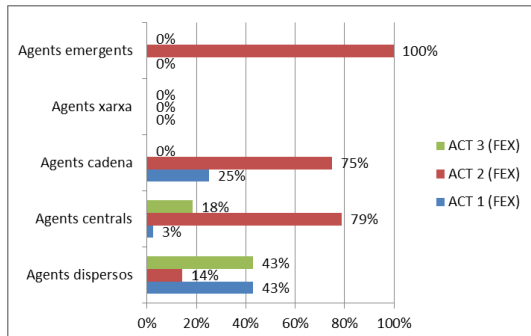


Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Patró d'Interacció en les activitats de la fase d'aplicació del Grup II.

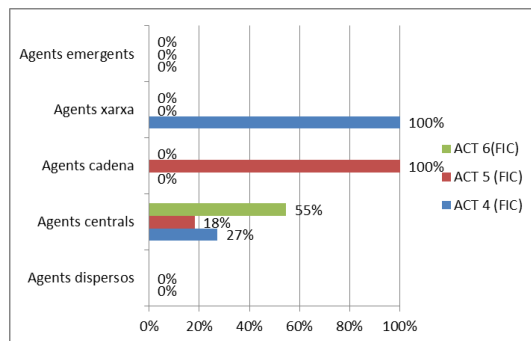


## Dimensió 4

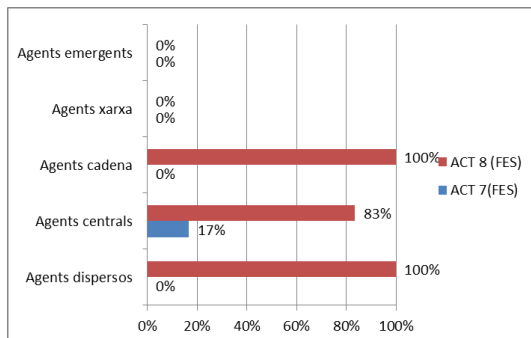
Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Flux d'Agents en les activitats de la fase d'exploració del Grup II.



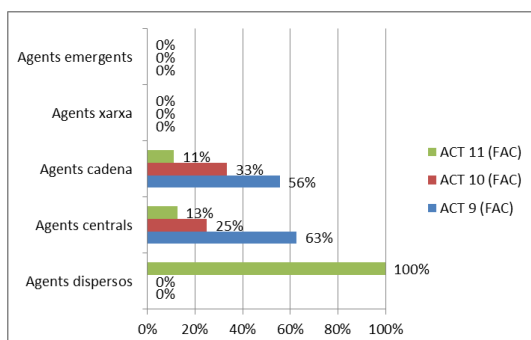
Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Flux d'Agents en les activitats de la fase d'introducció del Grup II.



Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Flux d'Agents en les activitats de la fase d'estructuració del Grup II.

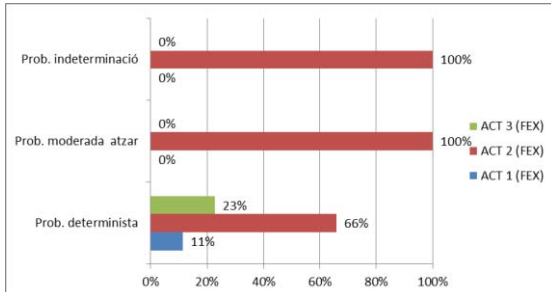


Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Flux d'Agents en les activitats de la fase d'aplicació del Grup II.

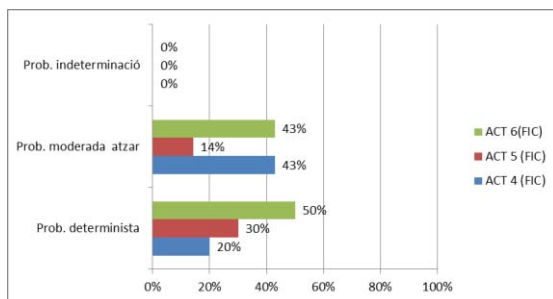


## Dimensió 5

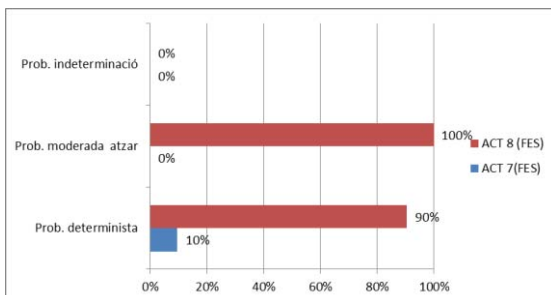
Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Probabilitat en les activitats de la fase d'exploració del Grup II.



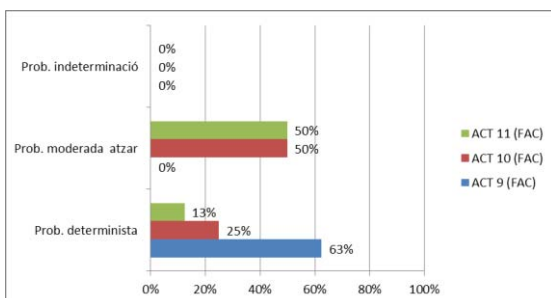
Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Probabilitat en les activitats de la fase d'introducció del Grup II.



Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Probabilitat en les activitats de la fase d'estructuració del Grup II.



Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Probabilitat en les activitats de la fase d'aplicació del Grup II.







## **Annex 4: Gràfiques de freqüències corresponents als resultats de l'objectiu 2.2.**

En l'Annex 4 es presenten les gràfiques de freqüències relatives referenciades en el capítol VI corresponents als resultats de l'objectiu 2.2., referents al potencial de desenvolupament de la unitat didàctica. En primer lloc es presenten les gràfiques del grup I, seguidament les gràfiques del grup II.

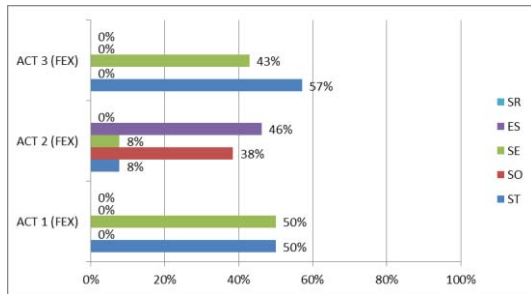
### **Gràfiques de freqüències corresponents als resultats de l'objectiu 2.2. del grup I**

Les gràfiques es presenten seguint l'ordre de les dimensions exposat en els resultats. En primer lloc es presenten les gràfiques per a les activitats de cada fase de la unitat didàctica per a cada dimensió, i al final les gràfiques corresponents a l'entrevista del grup I.

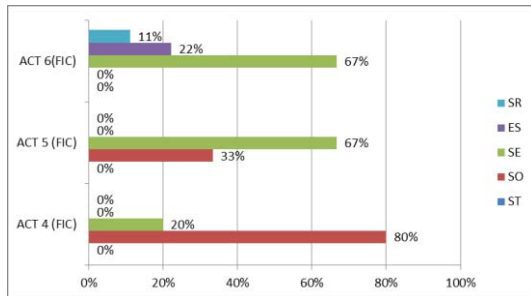


## Dimensió 2

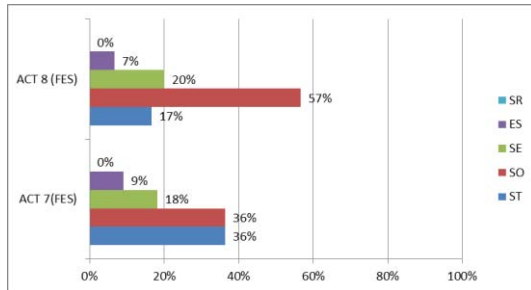
Gràfica de freqüències relatives de les activitats de la fase d'exploració del Grup I segons les categories de la dimensió Obertura del Sistema.



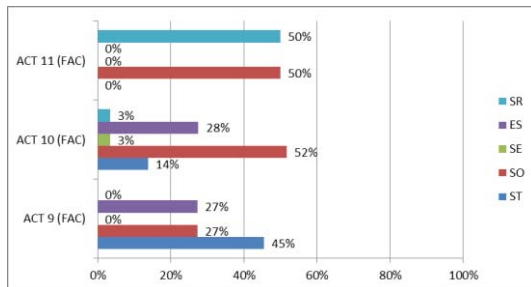
Gràfica de freqüències relatives de les activitats de la fase d'introducció del Grup I segons les categories de la dimensió Obertura del Sistema.



Gràfica de freqüències relatives de les activitats de la fase d'estructuració del Grup I segons les categories de la dimensió Obertura del Sistema.

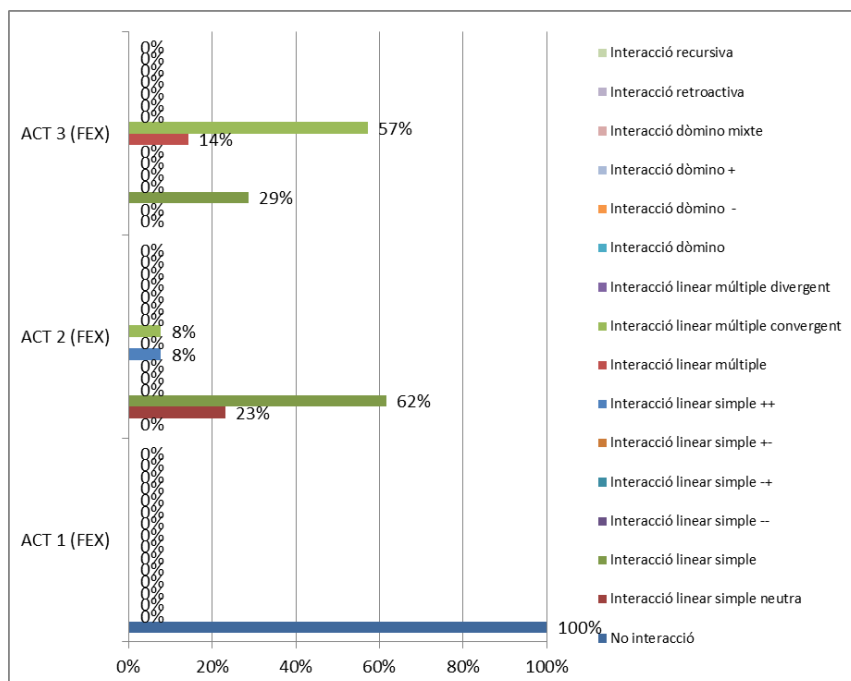


Gràfica de freqüències relatives de les activitats de la fase d'aplicació del Grup I segons les categories de la dimensió Obertura del Sistema.

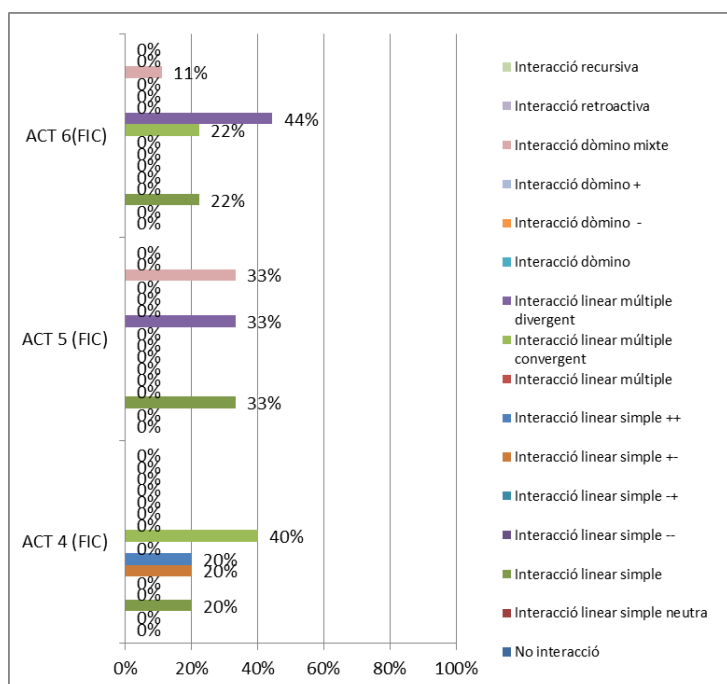


### Dimensió 3

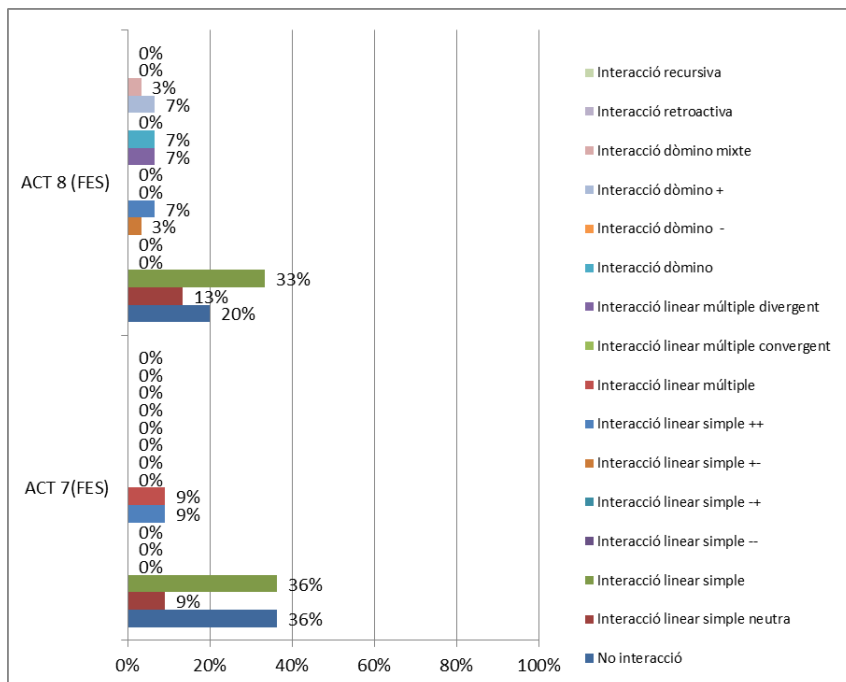
Gràfica de freqüències relatives de les activitats de la fase d'exploració del Grup I segons les categories de la dimensió Patró d'Interacció.



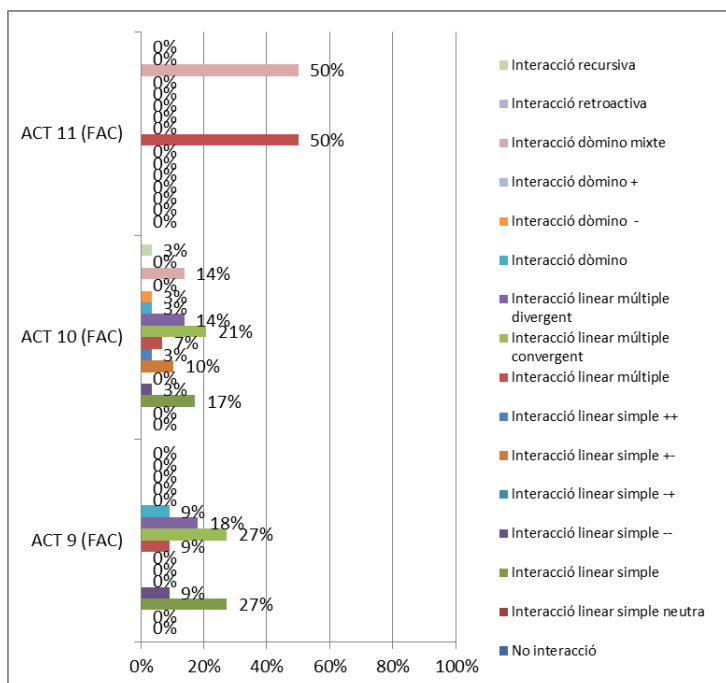
Gràfica de freqüències relatives de les activitats de la fase d'introducció del Grup I segons les categories de la dimensió Patró d'Interacció.



Gràfica de freqüències relatives de les activitats de la fase d'estructuració del Grup I segons les categories de la dimensió Patró d'Interacció.

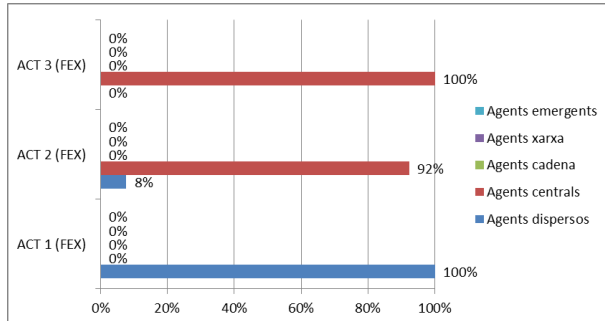


Gràfica de freqüències relatives de les activitats de la fase d'aplicació del Grup I segons les categories de la dimensió Patró d'Interacció.

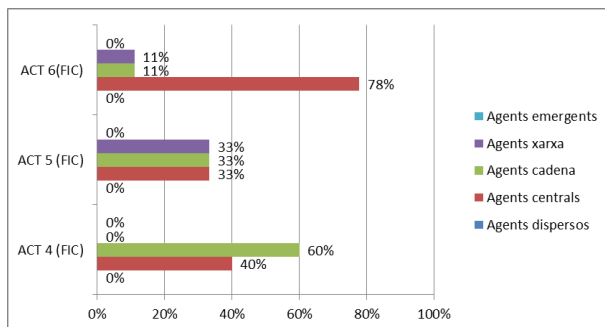


## Dimensió 4

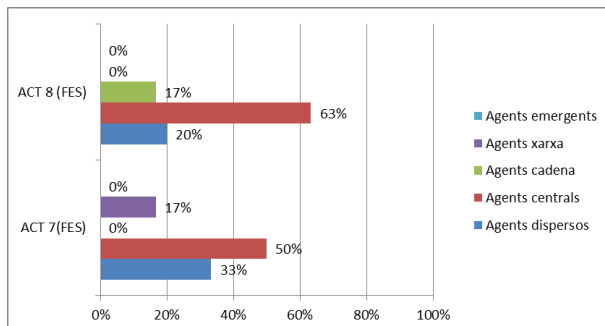
Gràfica de freqüències relatives de les activitats de la fase d'exploració del Grup I segons les categories de la dimensió Flux d'Agents.



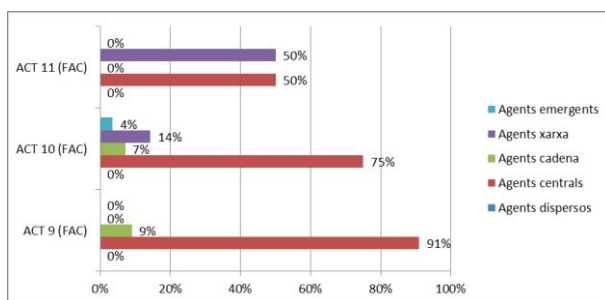
Gràfica de freqüències relatives de les activitats de la fase d'introducció del Grup I segons les categories de la dimensió Flux d'Agents.



Gràfica de freqüències relatives de les activitats de la fase d'estructuració del Grup I segons les categories de la dimensió Flux d'Agents.

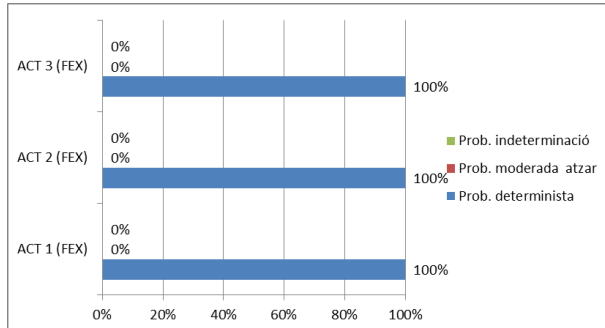


Gràfica de freqüències relatives de les activitats de la fase d'aplicació del Grup I segons les categories de la dimensió Flux d'Agents.

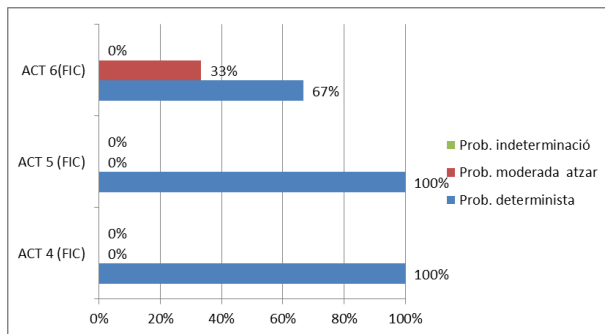


## Dimensió 5

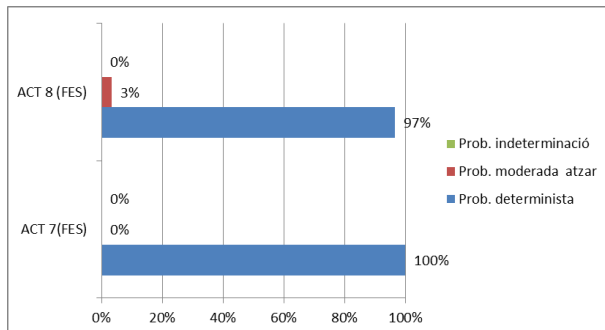
Gràfica de freqüències relatives de les activitats de la fase d'exploració del Grup I segons les categories de la dimensió Probabilitat.



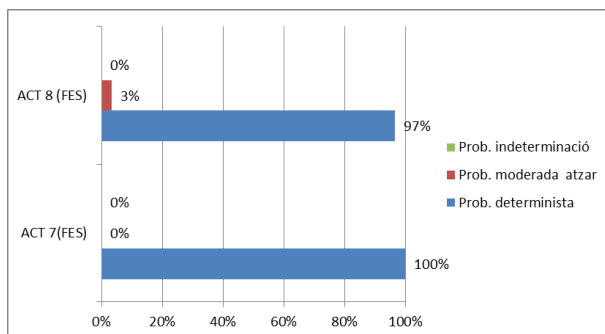
Gràfica de freqüències relatives de les activitats de la fase d'introducció del Grup I segons les categories de la dimensió Probabilitat.



Gràfica de freqüències relatives de les activitats de la fase d'estructuració del Grup I segons les categories de la dimensió Probabilitat.



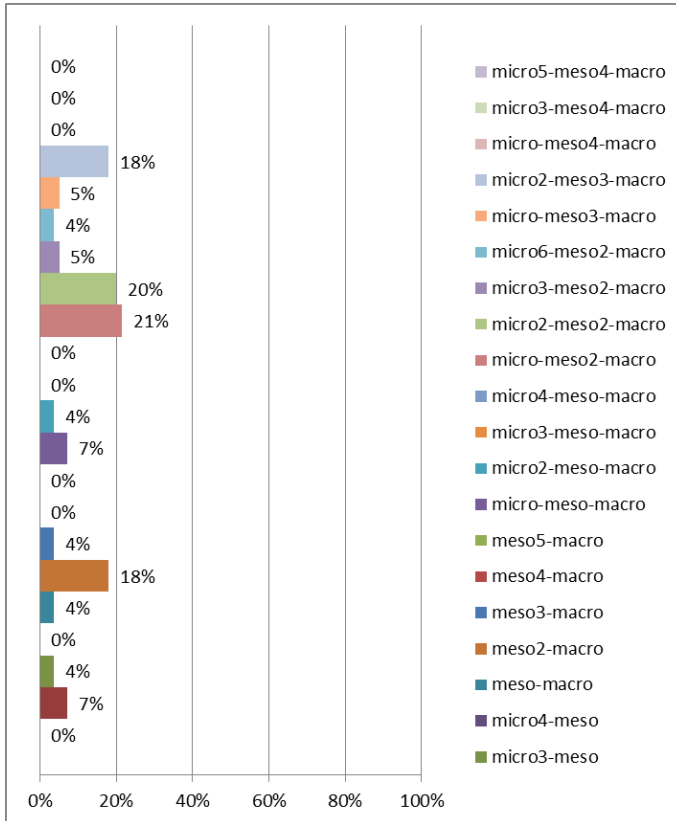
Gràfica de freqüències relatives de les activitats de la fase d'aplicació del Grup I segons les categories de la dimensió Probabilitat.



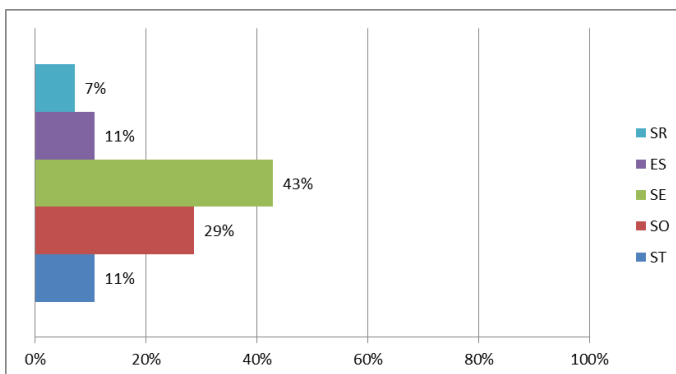


## Entrevista grup I

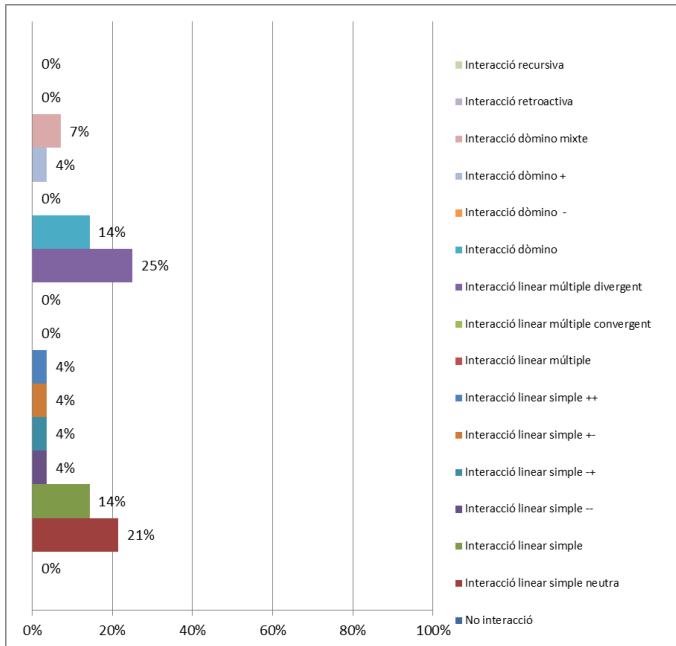
Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Nivell Escalar en l'entrevista del Grup I.



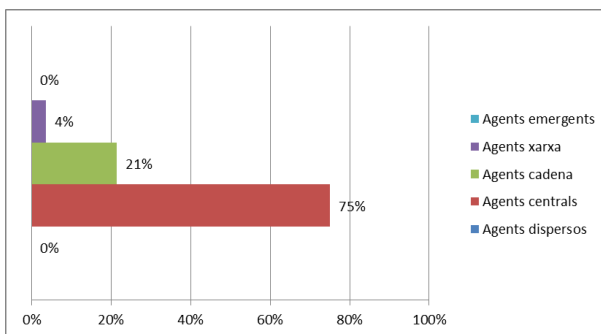
Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Obertura del Sistema en l'entrevista del Grup I.



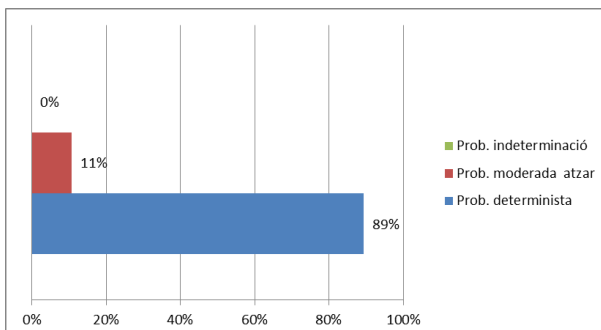
Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Patró d'Interacció en l'entrevista del Grup I.



Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Flux d'Agents en l'entrevista del Grup I.



Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Probabilitat en l'entrevista del Grup I.

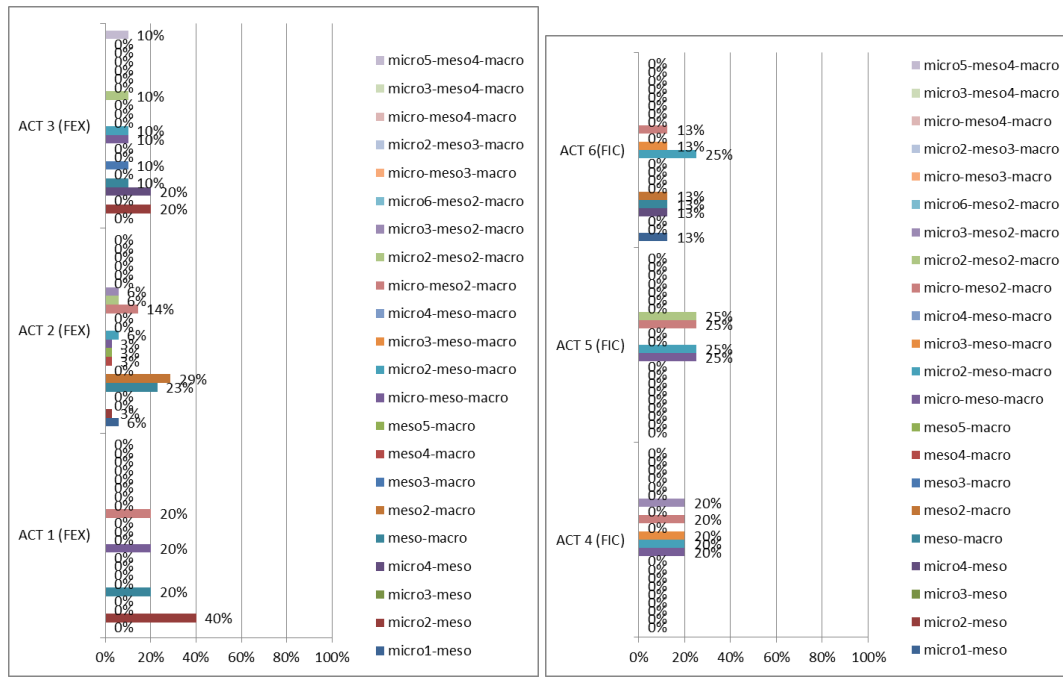


## **Gràfiques de freqüències corresponents als resultats de l'objectiu 2.2. del grup II**

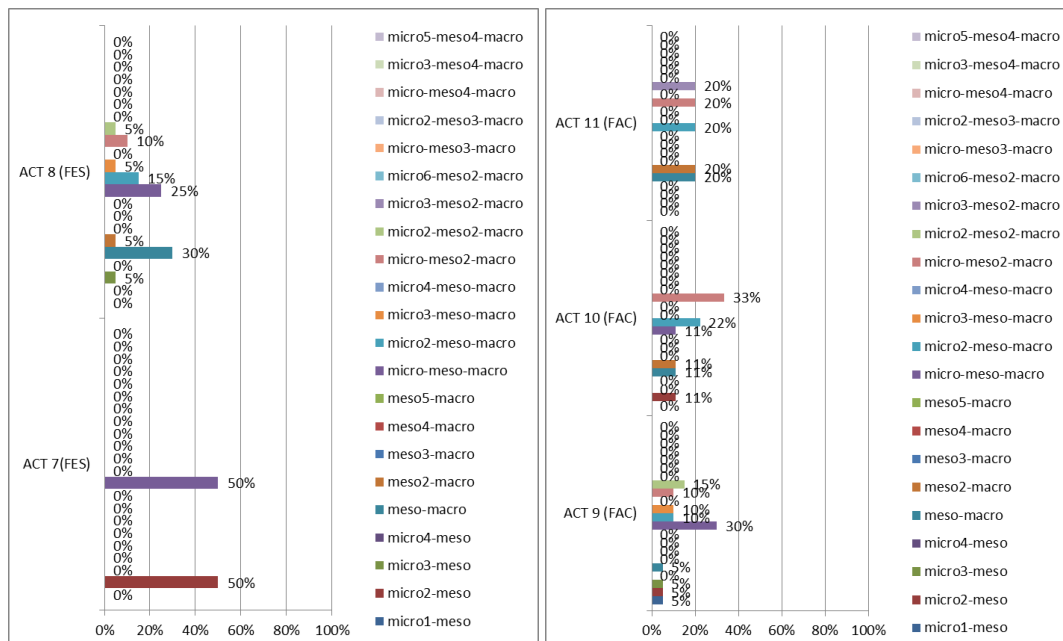
Les gràfiques es presenten seguint l'ordre de les dimensions exposat en els resultats. En primer lloc es presenten les gràfiques per a les activitats de cada fase de la unitat didàctica per a cada dimensió, i al final les gràfiques corresponents a l'entrevista del grup II.

## Dimensió 1

Gràfica de freqüències relatives de les activitats de la fase d'exploració del Grup II segons les categories de la dimensió Nivell Escalar. Gràfica de freqüències relatives de les activitats de la fase d'introducció del Grup II segons les categories de la dimensió Nivell Escalar.

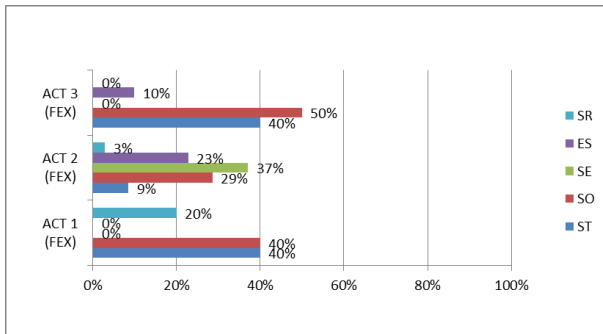


Gràfica de freqüències relatives de les activitats de la fase d'estructuració del Grup II segons les categories de la dimensió Nivell Escalar. Gràfica de freqüències relatives de les activitats de la fase d'aplicació del Grup II segons les categories de la dimensió Nivell Escalar.

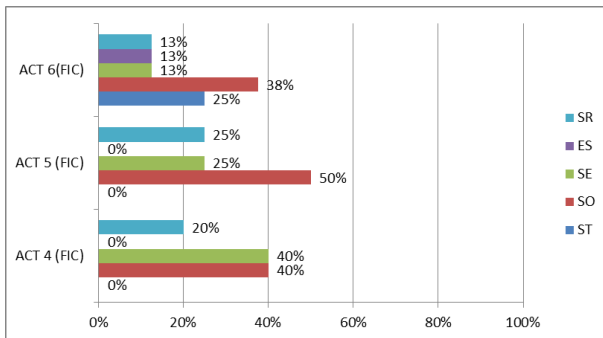


## Dimensió 2

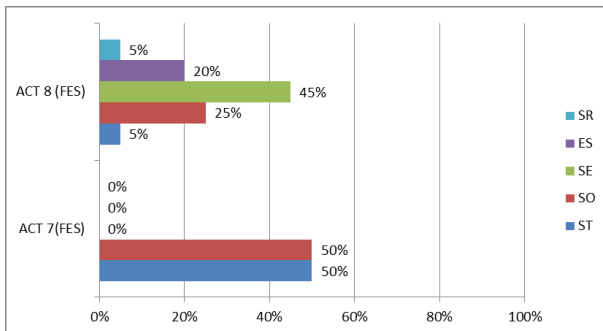
Gràfica de freqüències relatives de les activitats de la fase d'exploració del Grup II segons les categories de la dimensió Obertura del Sistema.



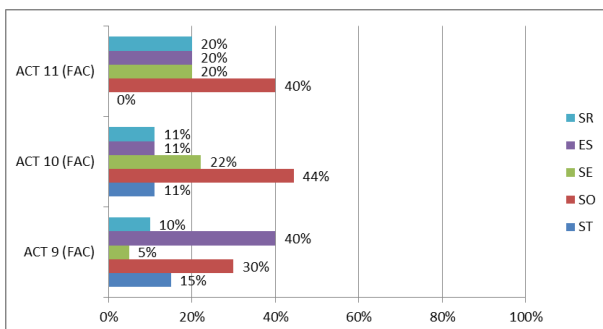
Gràfica de freqüències relatives de les activitats de la fase d'introducció del Grup II segons les categories de la dimensió Obertura del Sistema.



Gràfica de freqüències relatives de les activitats de la fase d'estructuració del Grup II segons les categories de la dimensió Obertura del Sistema.

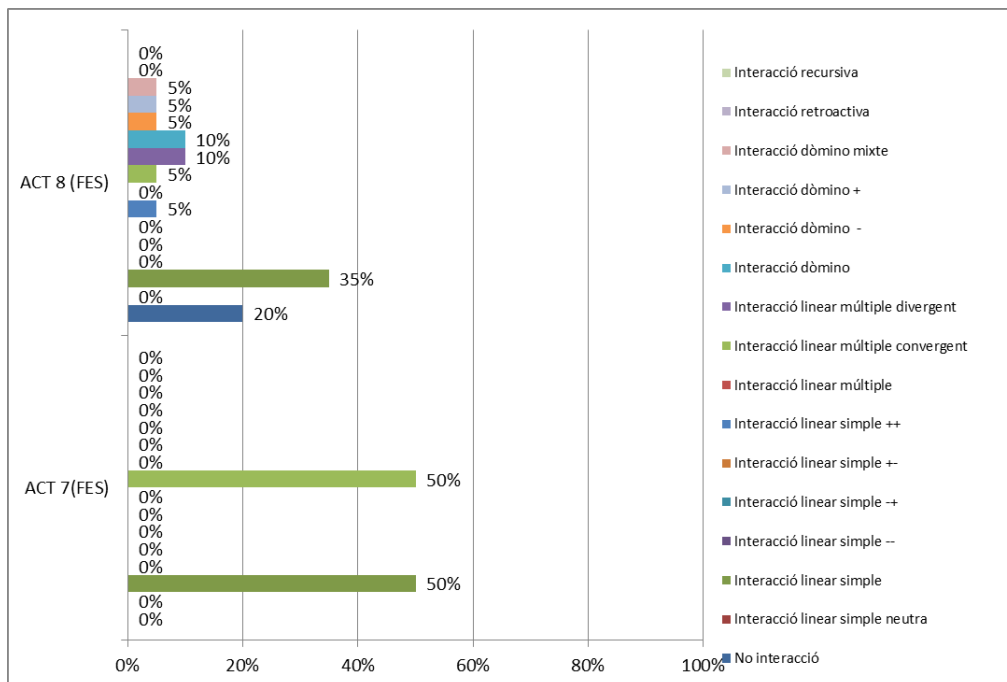


Gràfica de freqüències relatives de les activitats de la fase d'aplicació del Grup II segons les categories de la dimensió Obertura del Sistema.

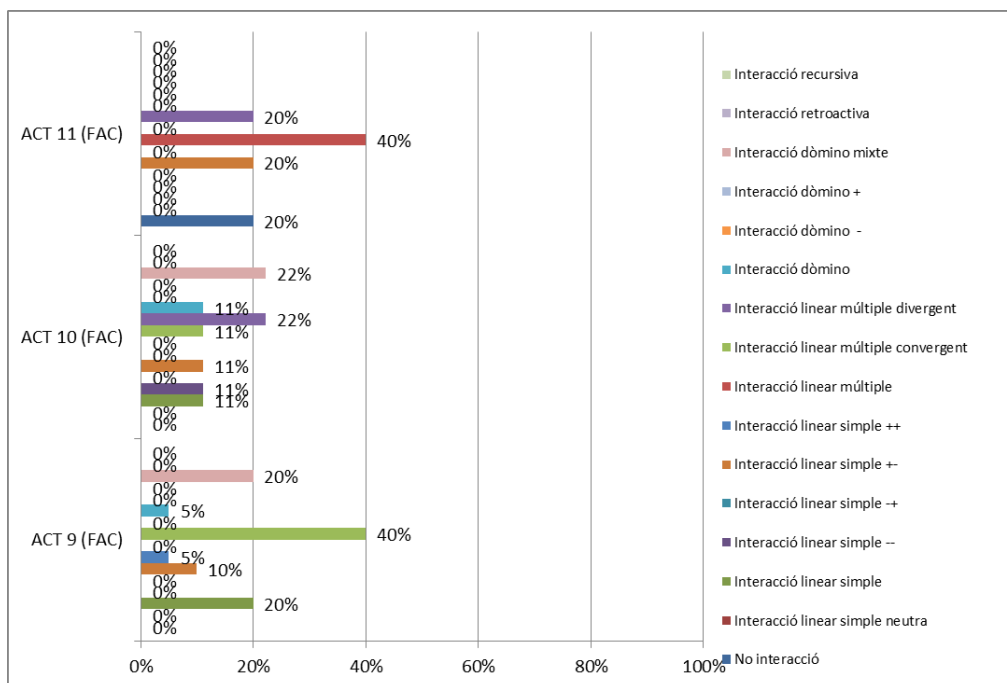




Gràfica de freqüències relatives de les activitats de la fase d'estructuració del Grup II segons les categories de la dimensió Patró d'Interacció.

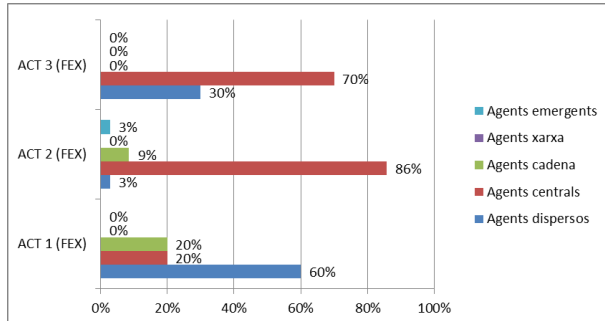


Gràfica de freqüències relatives de les activitats de la fase d'aplicació del Grup II segons les categories de la dimensió Patró d'Interacció.

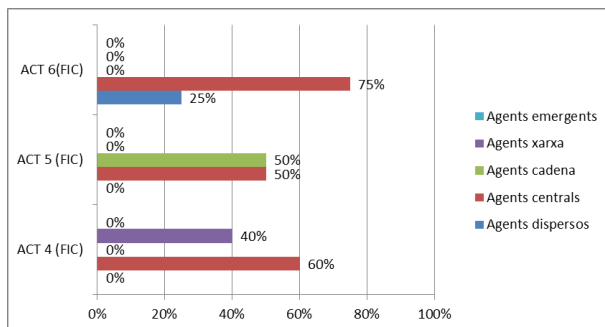


## Dimensió 4

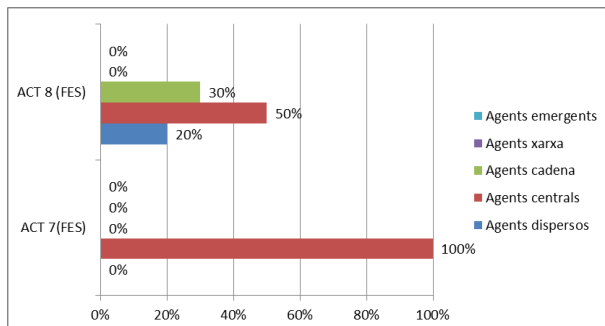
Gràfica de freqüències relatives de les activitats de la fase d'exploració del Grup II segons les categories de la dimensió Flux d'Agents.



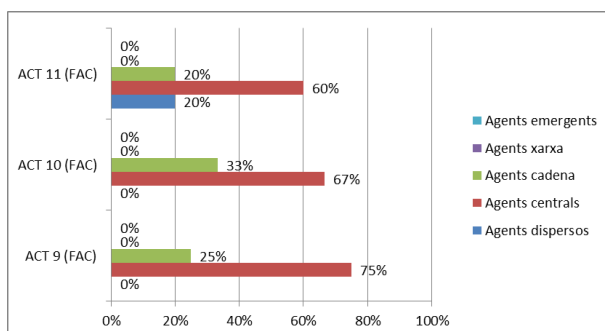
Gràfica de freqüències relatives de les activitats de la fase d'introducció del Grup II segons les categories de la dimensió Flux d'Agents.



Gràfica de freqüències relatives de les activitats de la fase d'estructuració del Grup II segons les categories de la dimensió Flux d'Agents.



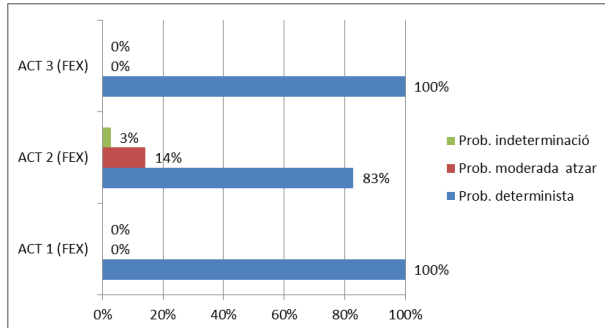
Gràfica de freqüències relatives de les activitats de la fase d'aplicació del Grup II segons les categories de la dimensió Flux d'Agents.



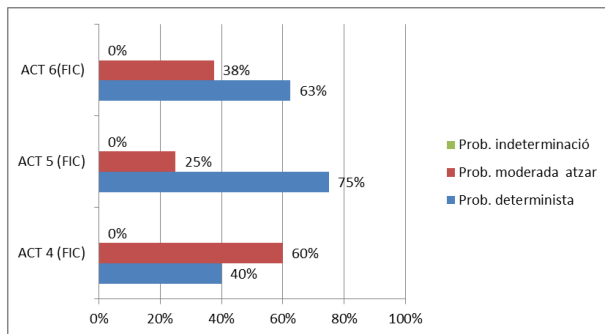


## Dimensió 5

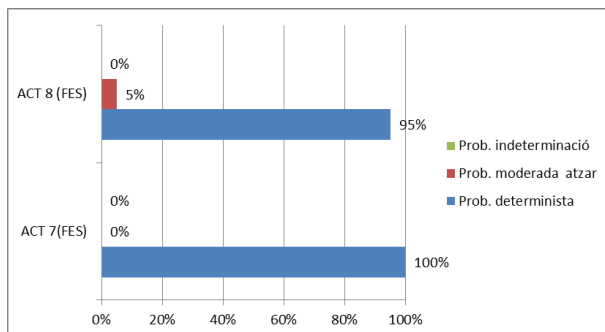
Gràfica de freqüències relatives de les activitats de la fase d'exploració del Grup II segons les categories de la dimensió Probabilitat.



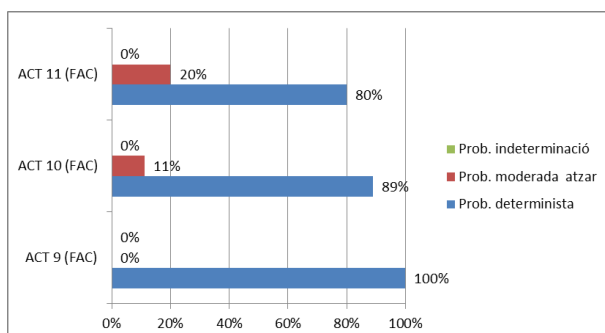
Gràfica de freqüències relatives de les activitats de la fase d'introducció del Grup II segons les categories de la dimensió Probabilitat.



Gràfica de freqüències relatives de les activitats de la fase d'estructuració del Grup II segons les categories de la dimensió Probabilitat.

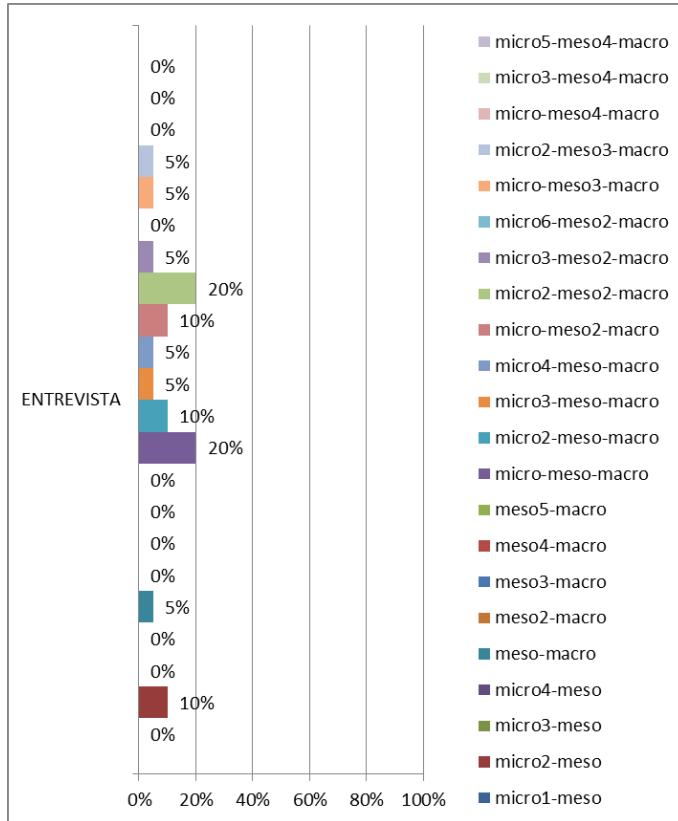


Gràfica de freqüències relatives de les activitats de la fase d'aplicació del Grup II segons les categories de la dimensió Probabilitat.

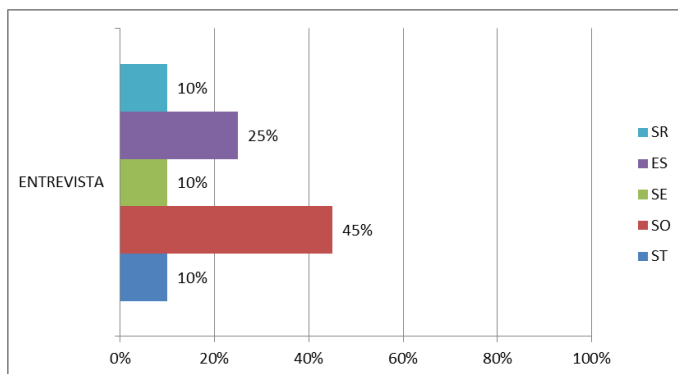


## Entrevista grup II

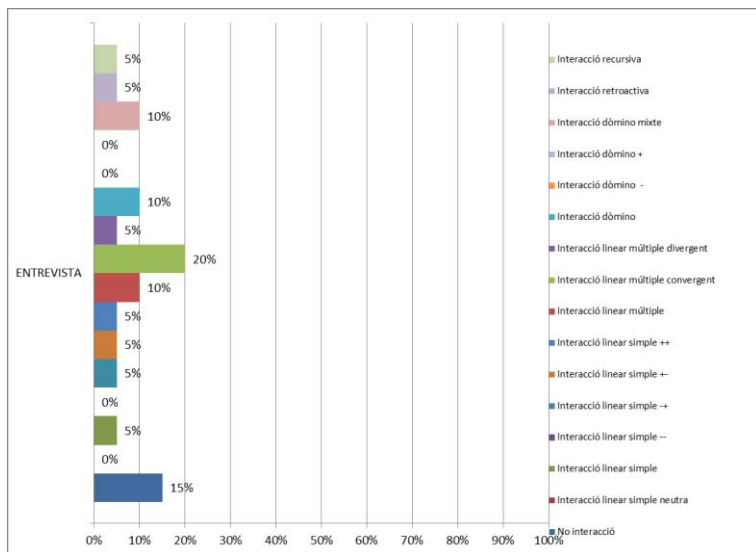
Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Nivell Escalar en l'entrevista del Grup I.



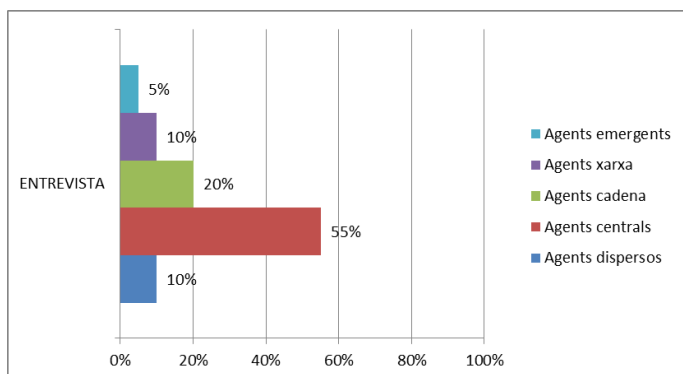
Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Obertura del Sistema en l'entrevista del Grup I.



Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Patró d'Interacció en l'entrevista del Grup I.



Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Flux d'Agents en l'entrevista del Grup I.



Gràfica de freqüències relatives de les categories de la dimensió Probabilitat en l'entrevista del Grup I.

