

9.4. Resultats i discussió del cas 3

9.4.1. Caracterització general del cas 3

Els continguts d'aquest apartat serveixen per caracteritzar el cas d'estudi 3, i s'ha elaborat usant com a fonts documentals els qüestionaris, les intervencions al fòrum i el treball inicial. Aquest procés de caracterització ens permetrà, al final de l'apartat, respondre a una part de la pregunta de recerca 3.1, concretament a: *Quins elements mediadors permeten explicar les característiques del perfil d'ACE de la SAE inicial (del cas 3)?*

9.4.1.1. Membres

El cas 4 està format per tres estudiants (MC, NS i CB), totes noies de menys de 21 anys que van fer ciències fins a 4t ESO.

Totes tres encaixen amb el perfil general de les estudiants de magisteri en relació a la seva formació científica prèvia, i comparteixen l'interès per aprendre ciències i aprendre a ensenyar ciències.

9.4.1.2. Consideracions sobre el coneixement didàctic

En relació al coneixement didàctic que hauria de tenir un mestre, assenyalen coneixements de diversa naturalesa. Per una banda es refereixen d'una manera general a coneixements de caràcter metodològic, sense concretar gaire: «les metodologies necessàries per donar classes», «les estratègies que es poden utilitzar a l'aula» [MC, *qüestionari inicial, annex 1.3*]; però també es refereixen a aspectes molt més concrets com és ara el disseny d'activitats: «posar en pràctica els coneixements adquirits (experiments, observacions...)» [NS, *qüestionari inicial, annex 1.3*].

També es refereixen al coneixement dels recursos curriculars que els poden ser útils per a la selecció i el disseny d'activitats: «els materials que hi ha disponibles a les escoles o en el món acadèmic» [MC, *qüestionari inicial, annex 1.3*]; i a l'ús de les noves tecnologies: «aplicar les noves tecnologies a la matèria» [NS, *qüestionari inicial, annex 1.3*].

També fan referència a la necessitat de conèixer activitats pràctiques: «moltes pràctiques dels diferents temes que es vulguin tractar, així com saber utilitzar el material disponible» [MC, *qüestionari inicial, annex 1.3*]. El coneixement de recursos curriculars externs apareix també quan comenten les dificultats amb què es podrien trobar a l'hora de planificar una sessió de classe: «hauria de cercar diferents recursos» [NS, *qüestionari inicial, annex 1.3*]; «no conèixer suficients fonts referents a les ciències» [MC, *qüestionari inicial, annex 1.3*].

També citen com una possible dificultat la gestió de l'aula: «no sabria motivar els alumnes en alguns temes» [NS, *qüestionari inicial, annex 1.3*] i el coneixement dels alumnes: «desconec el nivell del grup classe» [CB, *qüestionari inicial, annex 1.3*]. Aquest darrer comentari potser denota una concepció de la capacitat cognitiva dels alumnes molt vinculada a una caracterització per estadis.

Només una de les membres del grup cita el coneixement de la matèria entre els coneixements didàctics que els mestres haurien de tenir: «un cert coneixement sobre ciències» [CB, *qüestionari inicial, annex 1.3*]. Tanmateix, el coneixement de la matèria apareix de nou quan reflexionen sobre les dificultats que tindrien per portar a terme classes de ciències, i s'hi refereixen tant a nivell de domini dels continguts conceptuals: «refrescar els temes de ciències, perquè no me'n recordo massa», «els nervis de tractar un tema que no domino» [CB, *qüestionari inicial, annex 1.3*], com de les habilitats per al treball pràctic: «no saber utilitzar molt material de laboratori per a les classes pràctiques» [MC, *qüestionari inicial, annex 1.3*].

En aquest darrer comentari, encara que sigui d'una manera indirecta apareix la dicotomia teoria-pràctica, que apareix més clarament quan afirmen: «no hem inclòs dins el treball bona part d'aquesta informació ja que (...) el nostre treball es basa sobretot en la pràctica» [CB,

intervenció al fòrum, annex 1.3]. Com és habitual quan es presenta la dicotomia teoria-pràctica, s'observa com el grup atorga a la "pràctica" un rol més important i crític per a l'aprenentatge dels alumnes.

En relació a les habilitats que hauria de tenir un bon mestre remarquen que hauria de tenir bones capacitats comunicatives: «explicar-se de forma amena perquè els nens compreguin els coneixements» [CB, *qüestionari inicial, annex 1.3*]; «explicar les coses de diverses maneres perquè els alumnes ho entenguin» [NS, *qüestionari inicial, annex xx*]. L'aspecte comunicatiu preocupa especialment perquè en relació a les dificultats que tindrien per donar classes afirmen: «alguns temes no sabia com explicar-los» [NS, *qüestionari inicial, annex 1.3*].

En conjunt i pensant en la temàtica que han de desenvolupar (els sentits del gust i l'olfacte), no mostren una preocupació pel coneixement de la matèria, o si més no, tenen confiança en el coneixement que tenen en el moment d'elaborar la proposta: «el nostre grup coneixem suficient el tema, és a dir, que entre totes hem pogut treure tota la informació necessària per poder-la realitzar amb èxit» [MC, *intervenció al fòrum, annex 2*]; «hem fet una cerca important d'informació, però bàsicament per poder complementar els coneixements que ja teníem sobre el tema i per poder realitzar unes activitats més completes» [CB, *intervenció al fòrum, annex 2*].

En les seves respostes a l'interès actual cap a les ciències, totes tres coincideixen a considerar que tot i no haver tingut massa interès per les ciències, ara cal saber-ne i interessar-s'hi per ensenyar-les.

9.4.1.3. Consideracions sobre l'ensenyament i l'aprenentatge de les ciències

Com ja s'ha comentat a l'apartat anterior, aquest grup fa referència a la dicotomia teoria-

pràctica i a la creença en una major importància de la pràctica en els processos d'ensenyament-aprenentatge.

Aquesta creença segurament està molt vinculada a les reflexions que fan sobre la seva experiència escolar prèvia en l'aprenentatge de les ciències. Així, diuen: «[a Primària] les ciències eren més pràctiques que no pas teòriques i la majoria de temes eren fenòmens observables», mentre que «[a Secundària] eren més teòriques i abstractes i en conseqüència més distants» [NS, *qüestionari inicial, annex 1.3*]. Una altra membre del grup recorda que: «[a Primària] mostrava més interès perquè entenia molt bé les ciències i les trobava molt divertides, a més em cridaven l'atenció els experiments que fèiem a classe», «[a Secundària] cada cop les trobava més difícils i per això vaig anar perdent interès» [CB, *qüestionari inicial, annex 1.3*]. Finalment, la tercera membre del grup recorda que: «[a Primària] m'interessaven ja que tenia un mestre que sempre ens estava motivant i, a més a més, explicava la temàtica molt bé», «[el mestre] ens feia experimentar molt i gairebé totes les classes eren pràctiques», «[a Secundària] no em van interessar les ciències: el motiu principal penso que va ser perquè el professor només feia classes teòriques i es passava el 90% del temps parlant, no ens deixava intervenir i ens posava molta feina per casa» [MC, *qüestionari inicial, annex 1.3*]. Dels comentaris anteriors es desprèn que les membres del grup vinculen la motivació i l'aprenentatge amb les activitats “pràctiques”, i l'avorriment i la dificultat d'aprenentatge amb les activitats “teòriques”.

Associen l'ús d'activitats pràctiques a la gestió de la diversitat a l'aula i no a la pròpia naturalesa de l'activitat científica: «[usant activitats pràctiques] es pot donar resposta a la gran diversitat d'alumnes que es tenen actualment a les aules i afavorir-ne l'aprenentatge i la integració» [NS, *intervenció al fòrum, annex 2*]. Aquesta vinculació és compartida per totes les membres del grup: «mitjançant la pràctica els alumnes de la classe es relacionen més i, els nous, treballen molt més el vocabulari d'aquesta manera» [MC, *intervenció al fòrum, annex 2*]; «per desenvolupar millor aquesta seqüència amb una gran diversitat d'alumnes (nous, amb discapacitats...) serà molt més efectiu si ho fem des del vessant més pràctic» [CB, *intervenció al fòrum, annex 2*]. Com es desprèn dels comentaris anteriors les estudiants, en les seves reflexions, subratllen la dimensió pedagògica de les activitats pràctiques

(generació d'interès, atenció a la diversitat), però no fan cap referència a la dimensió epistemològica que aquestes activitats tenen i al seu paper clau en una activitat científica escolar autèntica.

Malgrat això, el grup té una representació molt clara del paper de les activitats “pràctiques” i les “teòriques” i de com cadascuna d'aquestes s'ha d'inserir en una seqüència d'activitats. En aquest sentit, consideren les activitats pràctiques com un punt clau de l'estructura de la seva seqüència d'activitats, conjuntament amb «una petita introducció al tema per saber quins coneixements previs tenen els alumnes, i una part teòrica de cerca d'informació sobre el gust i l'olfacte amb un debat posterior» [NS, *intervenció al fòrum, annex 2*]; «en la nostra seqüència d'activitats treballem pràcticament el tema, és a dir, que de classe teòrica que el mestre/a explica, n'hi ha molt poc (només una activitat d'introducció)» [MC, *intervenció al fòrum, annex 2*]. Així doncs, manifesten una idea molt clara de com s'ha d'estructurar una seqüència d'activitats.

La presència d'activitats pràctiques és assenyalat com un punt fort indiscutible, i ho comparen amb les propostes dels materials curriculars que han consultat: «considero que un punt fort és que totes les activitats, o si més no la majoria, són pràctiques, cosa que fa la seqüència diferent de la majoria que hem cercat als llibres de text» [MC, *intervenció al fòrum, annex 2*]; «la nostra seqüència s'allunya de la concepció normal, és a dir, gairebé no hi trobem apartats teòrics, sols els necessaris» [CB, *intervenció al fòrum, annex 2*]. Així doncs, continua apareixent la idea que per a la “teoria” és necessària alguna estratègia diferent que per a la pràctica.

Les activitats pràctiques també les valoren per la faceta d'interacció a l'aula que permeten: «amb activitats i exercicis aconseguirem desenvolupar la interacció entre alumnes» [CB, *intervenció al fòrum, annex 2*], tot i que no concreten la naturalesa ni les finalitats d'aquesta interacció.

En aquest grup apareix una breu referència a la naturalesa de l'activitat científica escolar: «s'intenta potenciar que els alumnes aprenguin, valorin i apliquin la manera de treballar

científica» [*comentari al treball, annex 5*] i consideren que aquesta implica que els alumnes: «segueixin un ordre coherent i lògic a l'hora de fer les diferents experiències, que organitzin les seves idees quan arribi el moment de formular hipòtesis, etc.» [*comentari al treball, annex 5*]. Aquesta idea d'estructura ordenada de l'activitat científica es veurà reflectida en l'organització de les seves SAE, tant la inicial com la final, tal com es veurà més endavant en l'anàlisi de les dades. Seria una concepció de l'activitat científica propera a la idea de “mètode científic”.

D'algunes de les descripcions de les activitats se'n pot inferir les seves concepcions sobre l'aprenentatge. Aquestes concepcions van en la línia de considerar que els fets es “descobriran” de manera aproblemàtica i per això atribueixen al mestre un paper de moderador i de guia perquè: «la finalitat de l'activitat és que els alumnes descobreixin quina és la funció de la saliva *per si sols*» [*comentari al treball inicial, annex 5*]. Aquest comentari apareix repetidament, de manera que podem assumir una concepció de l'aprenentatge propera a la teoria interpretativa i relacionada amb el que se n'ha dit aprenentatge per descobriment.

9.4.1.4. Consideracions sobre el disseny de la SAE inicial

Per portar a terme la seva SAE inicial van fer consultes als llibres de text disponibles i a l'analitzar com tractaven el tema van «creure oportú treballar-lo a partir d'activitats pràctiques» [NS, *intervenció al fòrum, annex 2*]. Fan una valoració crítica dels llibres de text: «no hem cregut convenient buscar molta informació dels llibres de text ja que, en aquests, les activitats que hi ha són molt teòriques i la nostra seqüència tal i com he dit abans, és pràctica» [MC, *intervenció al fòrum, annex 2*]. Clarament, el seu model didàctic els fa valorar els recursos didàctics consultats i no a l'inrevés.

Reconeixen algunes dificultats en l'elaboració de la SAE inicial, en relació a l'organització de la dinàmica de l'aula i no pas a nivell de com plantejar l'activitat científica escolar: «la part que ens ha costat una mica més ha estat la distribució de l'alumnat» [NS, *intervenció al*

fòrum, annex 2]. També citen com a dificultat la seqüenciació: «una altra dificultat ha estat la manera com organitzar les activitats perquè puguin adequar-se a un cert ordre» [MC, *intervenció al fòrum, annex 2*], així com els coneixements previs dels alumnes: «no sabem els coneixements previs dels alumnes i si ja ho han treballat en cursos anteriors» [MC, *intervenció al fòrum, annex 2*]. Tal com es veu en el comentari anterior, entenen els coneixements previs des d'un punt de vista literal com allò que els nens han fet i en conseqüència han après en cursos anteriors, i no pas com l'explicitació dels models mentals dels alumnes.

Una altra dificultat que han identificat és el tipus d'informació que han trobat: «hi ha molta informació sobre el tema, però no dels sentits del gust i de l'olfacte particularment, sinó que són els cinc sentits en general» [MC, *intervenció al fòrum, annex 2*].

Totes tres membres coincideixen en el mateix diagnòstic: «les principals dificultats amb les que ens hem trobat són les comentades anteriorment per les meves companyes: la distribució de l'alumnat en grups, l'ordre de les activitats, el desconeixement del que ja saben sobre el tema els alumnes, i la tria d'informació a l'hora de realitzar les activitats» [CB, *intervenció al fòrum, annex 2*].

En el moment de finalitzar la seqüència inicial d'activitats manifesten satisfacció pels resultats, però també encaren amb ganes la revisió de la proposta: «crec que hem elaborat unes activitats adequades al tema que anirem retocant al llarg de l'assignatura» [NS, *intervenció al fòrum, annex 2*]; «estic molt satisfeta de tal i com ha quedat la seqüència, però sóc conscient que s'ha d'anar modificant per tal de poder-la millorar» [MC, *intervenció al fòrum, annex 2*]. Finalment destaquen la bona entesa i dinàmica entre les membres que conformen el grup: «el treball en grup ha tingut un resultat molt satisfactori, ja que ens avenim molt bé i les propostes que fem sempre són consensuades i acceptades» [CB, *intervenció al fòrum, annex 2*].

En síntesi:

- Fan referència a la dicotomia entre teoria i pràctica, considerant la pràctica com l'element motivador i facilitador de l'aprenentatge.
- La "pràctica" promou la motivació i pot facilitar la gestió del grup. No consideren el rol específic que té l'experimentació en la construcció de coneixement científic.
- Consideren com a bona estructura d'una seqüència iniciar-la amb una exposició teòrica de la mestra i continuar-la amb la realització d'activitats pràctiques de caràcter demostratiu.
- Consideren que l'activitat científica segueix una estructura de passos ordenats, propera al concepte clàssic de "mètode científic".
- Tenen una concepció de l'aprenentatge com a construcció aproblemàtica a partir dels fets de la realitat. Per tant opten per activitats manipulatives en què el mestre té un paper de guia i els alumnes descobreixen per si sols els fets que se'ls proposen.

Tot aquest conjunt de consideracions forma part del sistema de creences del grup 7 en el moment de planificar la seva SAE inicial. No és un sistema de creences implícit, malgrat mai justifiquen teòricament les idees que exposen. Hem d'assumir que aquest sistema de creences orienta i condiciona la seva planificació.

Taula 43. Elements mediadors en la planificació de la SAE inicial del cas 3

Categoria	Elements mediadors
Concepcions i creences sobre la ciència escolar	Adquisició de fets a través del mètode científic
Concepcions i creences sobre l'aprenentatge	Teoria interpretativa
Concepcions sobre l'organització de l'ensenyament	Dicotomia teoria-pràctica

Tot el que hem exposat fins ara ens permet identificar uns elements mediadors en la planificació de la SAE inicial que assenyalen a la taula 43, que responen a una part de la pregunta 3.1, i que utilitzem més endavant a l'apartat 9.4.6.

9.4.2. Sinopsi de la SAE inicial i de la SAE final del cas 3

En aquest apartat es presenten sinòpticament les dues seqüències corresponents al cas 3 per ajudar a contextualitzar els resultats de l'anàlisi dels tipus de tasques, els productes d'activitat científica, el rol dels alumnes, l'estructura global de la seqüència i els patrons d'activitat científica, que s'exposen en apartats següents.

La seva proposta de SAE tracta el tema del gust i l'olfacte i la dirigeixen a alumnes de 4t curs.

9.4.2.1 Sinopsi de la SAE inicial

A la taula 44 s'exposa la sinopsi de la SAE inicial del grup 7. S'hi identifiquen les activitats que plantegen, així com els episodis d'activitat i les tasques que hi han estat assignades.

Taula 44	
Sinopsi SAE inicial cas 3	
Act.	<i>[episodi] Tasca</i>
A1	<i>[1] Escollir l'explicació de la mestra (sobre fets, idees i/o conceptes científics)</i>
	<i>[2] Respondre a preguntes tancades o generals</i>
	Es tracta d'una activitat inicial d'exposició del tema per part de la mestra amb preguntes tancades o generals sobre coneixements factuais als alumnes. L'activitat es planteja amb l'objectiu d'introduir el tema.
A2	<i>[3] Cercar informació (a priori i general)</i>
	Es tracta de buscar informació general sobre el sentit del gust i de l'olfacte. En el fons continua essent una introducció d'informació sobre el tema, en aquest cas des d'una font externa. En l'objectiu diuen que volen «desenvolupar la capacitat de recerca dels infants», de manera que estableixen un paral·lelisme entre investigar i cercar informació bibliogràfica. També consideren com a objectiu específic de l'activitat el fet de potenciar l'interès dels alumnes vers el tema.

<p>A3</p>	<p>[4] Posar en comú en gran grup (informació cercada)</p> <p>Aquesta activitat suposa la posada en comú de la informació cercada en l'activitat anterior. Atribueixen al mestre una funció de moderador, però també de controlador de la informació, perquè diuen que quan calgui haurà d'acabar d'explicar els conceptes clau en el cas que els alumnes s'encallin o bé no sàpiguen continuar». No es clarifica quina informació es considera significativa, perquè no han definit un problema, o un conjunt de problemes previs.</p>
<p>A4</p>	<p>[5] Observar</p> <p>[6] Representar informació en format preestablert per la mestra (marcar un esquema)</p> <p>És una activitat en què a partir d'una observació inicial s'establirà un fet d'una manera molt immediata, sense que hi hagi cap mena de tractament de dades. Tampoc hi ha una problematització prèvia perquè els alumnes simplement fan l'activitat que se'ls planteja. El fet a posar de manifest és que diferents sabors es noten en diferents llocs de la llengua. Formulen l'objectiu com l'assoliment o constatació d'aquest fet: «distingir els diferents sabors d'aquests aliments i distingir a quina part de la llengua es troba cadascun». És el mestre qui defineix i controla l'establiment del fet.</p>
<p>A5</p>	<p>[7] Observar</p> <p>[8] Posar en comú en gran grup (dades obtingudes)</p> <p>[9] Establir conclusions en gran grup amb les orientacions de la mestra</p> <p>Torna a ser el mateix tipus de plantejament que en l'activitat anterior. Hi ha una primera fase d'obtenció de dades empíriques que en aquest cas es posen en comú ([7] i [8]), que després condueixen a un fet que ja estava predefinit pel mestre i era l'objectiu de l'activitat: descobrir que quan tenim el nas tapat no notem el gust dels aliments, tot i que es manté implícit pels alumnes perquè no hi ha l'explicitació del problema, almenys en la descripció de l'activitat. Consideren que si els diferents grups no arriben a un mateix resultat, la mestra ho haurà de corregir.</p>
<p>A6</p>	<p>[10] Obtenir dades/fets d'un DECV plantejat per la mestra</p> <p>[11] Establir conclusions en gran grup amb les orientacions de la mestra</p> <p>Torna a ser el mateix esquema que en les activitats anteriors. L'episodi [10] serveix per obtenir dades, en aquest cas a través de comparar situacions experimentals però sense cap consciència explícita que calgui controlar variables. Aquesta recollida de dades condueix a l'establiment d'un fet que és l'objectiu de l'activitat: la saliva facilita que notem el gust dels aliments.</p>
<p>A7</p>	<p>[12] Realitzar exercici de llapis i paper (amb suport TIC)</p> <p>Estableixen el fet que diferents substàncies fan olors diferents, recorrent a una activitat de llapis i paper amb suport TIC. L'ús de l'eina TIC fa que sigui una activitat tancada que només permet una única solució.</p>
<p>A8</p>	<p>[13] Realitzar exercici de llapis i paper (encerclar)</p> <p>Estableixen el mateix fet que en l'activitat anterior: diferents substàncies fan olors diferents. Recorren de nou a una activitat de llapis i paper tancada que només permet una única solució</p>

A9	<i>[14] Obtenir dades/fets d'un DECV plantejat per la mestra</i>
	<i>[15] Establir conclusions en gran grup amb les orientacions de la mestra</i>
En aquesta activitat retornen al patró més manipulatiu que ja havien utilitzat en activitats prèvies, i abandonen l'estil d'exercici tancat de llapis i paper. Per a l'obtenció de dades [14] recorren a una comparació experimental sense, de nou, prendre consciència que estan fent un DECV. L'objectiu és establir el fet que amb el nas tapat no es poden percebre les olors.	
A10	<i>[16] Obtenir dades/fets d'un DECV plantejat per la mestra</i>
	<i>[17] Establir conclusions en gran grup amb les orientacions de la mestra</i>
Mantenen el mateix patró d'activitat. El tipus de preguntes de suport que diuen que plantejarà la mestra fan evident que el que busquen és la constatació del fet: «si inspirem pel nas sentim les olors?, i si ho fem per la boca?». Tornen, per tant, a dissenyar una activitat per constatar un fet preestablert: només sentim les olors quan inspirem pel nas. Es tracta per tant, d'un fet macroscòpic sobre el nas com a òrgan de l'olfacte que, per altra banda, és molt evident i ben conegut pels nens. No hi ha cap conflicte ni dificultat per als alumnes.	
A11	<i>[18] Elaborar un mural recopilatori</i>
No donen cap pauta sobre com els alumnes hauran de seleccionar la informació, però en el mural prioritzen la informació bibliogràfica que han obtingut a l'activitat 2. Tot i que també hi fan referència, sembla que les experimentacions realitzades tinguin un paper secundari.	
A12	<i>[19] Escoltar explicació d'expert</i>
	<i>[20] Respondre a preguntes tancades o generals (després d'una explicació)</i>
Es tracta d'una visita al CAP en què un expert informarà sobre malalties associades al gust i a l'olfacte. L'activitat es tanca amb un episodi de resposta a preguntes de comprensió sobre l'explicació rebuda.	

9.4.2.2. Sinopsi de la SAE final

A la taula següent exposem la sinopsi de la SAE final (taula 45).

Taula 45	
Sinopsi SAE final del cas 3	
Act.	<i>[episodi] Tasca</i>
A1	<i>[1] Exposar les pròpies idees a preguntes obertes</i>
	<i>[2] Discutir idees en petit grup</i>
	<i>[3] Posar en comú en gran grup (idees)</i>
És una activitat nova donat que han substituït l'antiga activitat inicial en què la mestra exposava la informació teòrica que després er "comprovats" o "demostrats" a través d'activitats pràctiques, per una nova activitat, d'exploració de les idees dels alumnes.	

Taula 45 (cont)

A2	<i>[4] Exposar les pròpies idees a preguntes obertes (formular prediccions no justificades)</i>
	<i>[5] Observar</i>
	<i>[6] Representar informació en format preestablert per la mestra (marcar un esquema)</i>
	<i>[7] Discutir dades/fets obtinguts en petit grup</i>
	<i>[8] Establir conclusions en gran grup amb les orientacions de la mestra</i>
	<p>L'activitat 2 de la SAE final correspon a l'activitat 4 de la SAE inicial, a la qual s'hi han introduït algunes modificacions. La nova activitat incorpora tres episodis ([4], [7] i [8]), als dos que tenia a l'inici ([5] i [6]) i que es mantenen. S'incorpora un episodi inicial ([4]) en què es proposa formular prediccions no justificades. En aquesta SAE, l'objectiu de l'activitat passa a ser la comprovació de les prediccions formulades a l'inici i no tant la constatació dels fets com en la SAE inicial.</p> <p>També s'incorpora un episodi de <i>discutir dades/fets obtinguts en petit grup</i>, la qual cosa permet un intercanvi d'informació entre iguals que no apareixia en la SAE inicial. L'activitat acaba amb un episodi nou ([8]) en què introdueixen una nova mirada (salt d'escala) al fenomen fruit de l'anàlisi dels continguts i que condueix a la construcció d'explicacions causals ara hi afegixen un possible mecanisme causal. Aquest darrer episodi és guiat per la mestra amb preguntes dirigides a la clarificació del model explicatiu.</p>
A3	<i>[9] Exposar les pròpies idees a preguntes obertes (formular prediccions no justificades)</i>
	<i>[10] Observar</i>
	<i>[11] Discutir dades/fets obtinguts en petit grup</i>
	<i>[12] Establir conclusions en gran grup amb les orientacions de la mestra</i>
	<i>[13] Proposar mètodes per comprovar idees</i>
	<i>[14] Exposar les pròpies idees a preguntes obertes (formular prediccions no justificades)</i>
	<i>[15] Obtenir dades/fets d'un DECV plantejat per la mestra</i>
	<i>[16] Discutir dades/fets obtinguts en petit grup</i>
	<i>[17] Establir conclusions en gran grup amb les orientacions de la mestra</i>
	<i>[18] Exposar les pròpies idees a preguntes obertes (formular prediccions no justificades)</i>
	<i>[19] Obtenir dades/fets d'un DECV plantejat per la mestra</i>
<i>[20] Discutir dades/fets obtinguts en petit grup</i>	
	<p>L'activitat 3 en la SAE final l'han construïda a partir de la reunió de les antigues activitats 5, 6 i 9. Per tant és fruit d'un canvi de lloc i petites modificacions, al mateix temps. Es reuneixen tres activitats d'experimentació en una sola, potser amb la voluntat de donar més unitat a l'obtenció de fets empírics. En relació a l'antiga activitat 5 el que observem és la incorporació de dos episodis ([9] i [13]) i el manteniment dels tres episodis que ja hi havia ([10], [11] i [12]), amb un petit canvi en els agrupaments perquè a la SAE inicial hi havia un episodi de <i>posar en comú en gran grup</i> que ara és de <i>discutir dades/fets obtinguts en petit grup</i> ([11]). Els canvis suposen també un canvi de patró en l'activitat que proposen als alumnes, perquè de nou comencen amb un episodi de formulació de prediccions no justificades ([9]).</p> <p>En relació a l'antiga activitat 6, torna a produir-se la incorporació de nous episodis i el manteniment d'altres, de manera que apareix un nou patró similar al cas anterior. Concretament, apareixen dos episodis nous ([14] i [16]), en el primer es formulen prediccions no justificades, mentre que en el segon</p>

	<p>es proposa una nova gestió de la interacció a l'aula. Els episodis [15] i [17] es mantenen igual que en la SAE inicial, però en l'establiment de conclusions afegeixen una sèrie de preguntes que pot formular la mestra per ajudar a interpretar els resultats.</p> <p>En relació a l'antiga activitat 9, els canvis introduïts estan en sintonia amb als anteriorment descrits. En aquest cas només s'afegeix un episodi a l'inici [18] en què els alumnes han de formular prediccions no justificades. També plantegen l'episodi de <i>discutir dades/fets obtinguts en petit grup</i>. En aquest cas la mestra no actua de suport a l'establiment de conclusions.</p>
A4	<p>[21] Realitzar exercici de llapis i paper (encerclar)</p> <p>L'activitat 4 de la SAE final és l'antiga activitat 8. En aquest cas només hi ha un simple canvi d'ordre, perquè no proposen cap modificació a l'activitat, tot i que era la realització d'un exercici de llapis i paper.</p>
A5	<p>[22] Realitzar exercici de llapis i paper (amb suport TIC)</p> <p>L'activitat 5 a la SAE final correspon a l'antiga activitat 7, i tampoc la modifiquen.</p>
A6	<p>[23] Representar informació en format preestablert per la mestra (construir una maqueta per modelitzar)</p> <p>Aquesta activitat és nova. Es tracta de construir una maqueta com a recull d'informació i per representar els fets empírics establerts.</p>
A7	<p>[24] Escoltar explicació d'expert (en un context real)</p> <p>[25] Respondre a preguntes tancades o generals (després d'una explicació)</p> <p>L'activitat 7 de la SAE final és l'antiga activitat 12. No hi proposen cap modificació, només la situen una mica abans en la seqüència perquè l'activitat de tancament final la pugui recollir cosa que no passava a la SAE inicial.</p>
A8	<p>[26] Posar en comú en gran grup</p> <p>L'activitat 8 de la SAE final és l'antiga activitat 3. Han situat el debat que es proposava a l'activitat 3 en una posició més endarrerida en la seqüència de manera que ara serveix per intercanviar els coneixements mobilitzats durant el desenvolupament de l'activitat. Com que han eliminat la cerca d'informació, aquesta posada en comú ja només es fa a través de posar en comú tota la informació que han extret els alumnes en els experiments anteriors. L'objectiu és buscar un cert grau de consens en el grup-classe en la informació adquirida.</p>
A9	<p>[27] Cercar informació (com a ampliació)</p> <p>L'activitat 9 a la SAE inicial és l'antiga activitat 2 canviada d'ordre i amb petites modificacions. Ara es tracta de dirigir la cerca bibliogràfica a l'amplicació d'informació fruit de les preguntes obertes que hagin pogut quedar.</p>
A10	<p>[28] Elaborar un mural recopilatori</p> <p>És l'activitat 11 de la SAE inicial, que canvia de lloc sense modificacions i passa al final de tot de la nova seqüència.</p>

9.4.2.3. Canvis globals de SAE final respecte la SAE inicial

A la taula 46 hi exposem els tipus de canvis globals que el grup 7 ha portat a terme per elaborar la seva SAE final com a resultat del procés de revisió de la seva SAE inicial.

Taula 46. Canvis globals entre SAE (cas 3)

Tipus de modificació	n
Incorporació	2
Eliminació	2
Modificació	5
Canvi d'ordre	8

Com es pot veure es produeixen molts tipus de canvis, per tant hi ha hagut un procés de revisió crítica considerable. El canvi més freqüent té a veure amb el canvi d'ordre, que ja era una preocupació que havien manifestat en relació al procés de disseny de la seva SAE inicial. També s'observa que hi ha més modificacions d'activitats que no pas eliminacions o incorporacions, malgrat que aquests dos tipus de canvis també apareixen.

9.4.3. Canvis i continuïtats en els tipus de tasques

Amb els resultats que presentem en aquest apartat respondrem a les preguntes 1.1.1, la pregunta 1.2.1 i a la pregunta 2 per a aquesta dimensió d'anàlisi. Al final de l'apartat es destaquen i sintetitzen els resultats en una taula-resum.

9.4.3.1. Consideracions generals

La SAE inicial del cas 3 ha permès caracteritzar 20 episodis en les 12 activitats que el grup ha proposat i descrit (annex 5). La mitjana de la distribució d'episodis per activitat és de 1.7, amb

un màxim de 3 episodis per activitat. S'utilitzen 11 tipus de tasques diferents per cobrir els 20 episodis d'activitat dels alumnes, la qual cosa permet calcular un índex de diversitat de 0.55 (taula 39). El valor de l'índex de diversitat és força baix i això indica que aquest cas planteja uns patrons d'activitat molt marcats, formats per uns mateixos tipus de tasques, la qual cosa també es podrà observar en els resultats referits a l'estructura de la SAE inicial (taula 47).

Taula 47						
	Nº activitats	Nº episodis	Mitjana d'episodis per activitat	Màxim d'episodis per activitat	Nº de tasques diferents	Índex de diversitat
SAE inicial	12	20	1.7	3	11	0.55
SAE final	10	28	2.3	12	14	0.50

La SAE final ha permès caracteritzar 28 episodis (8 episodis més que a la SAE inicial) en les 10 activitats proposades (dues menys que a la SAE inicial) (taula 47). La mitjana de la distribució d'episodis per activitat és de 2.3, amb un màxim de 12 episodis per activitat. Aquest màxim tan elevat és circumstancial i respon al fet que l'activitat 3 de la SAE final és fruit de la unió de tres activitats de la SAE inicial.

El grup utilitza 14 tipus diferents de tasques (3 més que en la SAE inicial) per cobrir els 28 episodis d'acció dels alumnes, la qual cosa permet atribuir un índex de diversitat de 0.5. L'índex de diversitat no ha variat de manera de manera significativa respecte la SAE inicial i això indica que aquest grup planteja uns patrons d'activitat molt marcats, formats per uns mateixos tipus de tasques, i aquesta és una constant en totes dues planificacions.

9.4.3.2. Tipus de tasques i relació entre tasques ACE i tasques prestades

La tasca que predomina més a la SAE inicial és *establir conclusions en gran grup amb les orientacions de la mestra* (4 episodis, 20% del total), seguida d'*obtenir dades/fets amb DECV establert per la mestra* (3 episodis, 15% del total). A la SAE final, per contra, el tipus d'activitat que predomina és *exposar les pròpies idees a preguntes obertes* (5 episodis, 17.8% del total), seguida d'*establir conclusions en gran grup amb les orientacions de la mestra i discutir dades/fets en petit grup* (3 episodis cadascuna, 10.7%). Aquests canvis són significatius perquè van en la direcció de donar un major protagonisme a les idees dels alumnes (taula 48).

Taula 48

Tipus de tasques en les SAE del cas 3		
Tipus d'activitat	SAE inicial	SAE final
Exposar les pròpies idees a preguntes obertes	0	5
Establir conclusions en gran grup amb les orientacions de la mestra	4	3
Discutir dades/fets obtinguts en petit grup	0	3
Obtenir dades/fets d'un DECV plantejat per la mestra	3	2
Realitzar exercici de llapis i paper	2	2
Observar	2	2
Representar informació en format preestablert per la mestra	1	2
Posar en comú en gran grup	2	2
Respondre a preguntes tancades o generals	2	1
Cercar informació	1	1
Discutir idees en petit grup	0	1
Proposar mètodes per comprovar idees	0	1
Escoltar explicació d'expert	1	1
Elaborar mural recopilatori	1	1
Escoltar l'explicació de la mestra	1	0
Total d'episodis	20	28
Total de tasques	11	14
Índex de diversitat	0.55	0.50
Amb fons gris les tasques considerades tasques prestades		
Amb fons morat les tasques que desapareixen a la SAE final		
Amb fons lila les tasques que apareixen a la SAE final		

Respecte la SAE inicial, a la SAE final s'elimina la tasca *escoltar l'explicació de la mestra*, i se n'incorporen quatre de noves: *exposar les pròpies idees a preguntes obertes*, *discutir dades/fets en petit grup*, *discutir idees en petit grup* i *proposar mètodes per comprovar idees*. Això significa que els canvis es produeixen sobretot en la línia d'integrar tasques que impliquin el pensament dels alumnes i que augmentin les dinàmiques d'interacció i intercanvi de coneixements i informacions entre alumnes, aspecte que preocupava a les estudiants com ja s'ha fet pal·lès en l'apartat dedicat a la caracterització del grup.

Tot i ser puntual, també és remarcable l'aparició de la tasca *proposar mètodes per comprovar idees*, perquè va en la línia d'un major protagonisme dels alumnes en relació al disseny d'una investigació i en situar continguts de caràcter epistemològic com a continguts a ensenyar i aprendre.

En relació al repartiment entre tasques ACE i tasques prestades, a la SAE inicial hi ha un equilibri absolut dels dos tipus de tasques (figura 47).

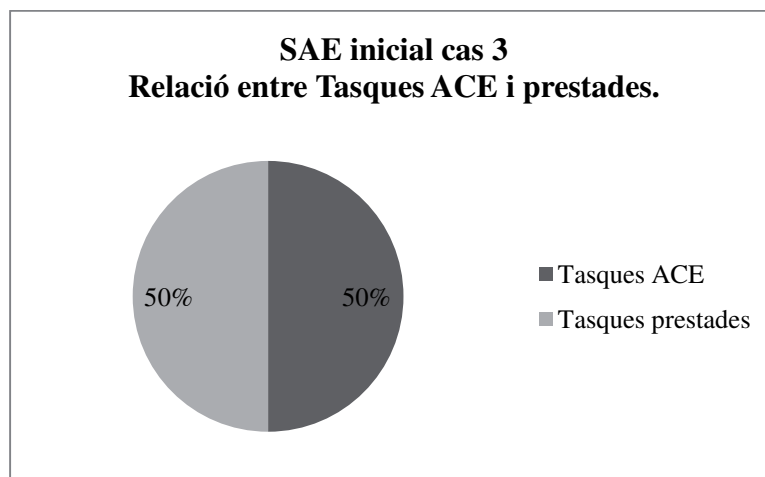


Figura 47

A la SAE final, per contra, la balança es decanta cap un predomini de les tasques ACE (71%) en relació a les tasques prestades (29%). Aquest canvi es pot atribuir a les noves tasques que

han incorporat a la SAE final, totes elles considerades tasques ACE, i a l'eliminació d'una tasca prestada com és *escoltar l'explicació de la mestra*.

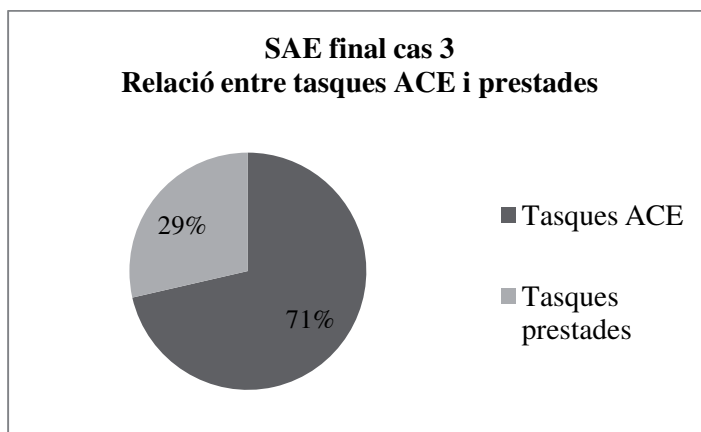


Figura 48

En base a aquests resultats podem respondre, per al cas 3, les preguntes de recerca 1.1.1, 1.2.1 i 2.

Pregunta 1.1.1: Quin tipus de tasques vinculades a l'activitat científica introdueixen els estudiants en la planificació de la seva SAE inicial?

- En la SAE inicial hi ha 11 tipus de tasques diferents i no hi ha un repartiment al 50% entre tasques ACE i tasques prestades.
- *Establir conclusions en gran grup amb les orientacions de la mestra i obtenir dades/fets d'un DECV plantejat per la mestra*, són els dos tipus de tasca més representatius
- L'índex de diversitat és de 0.55, i el considerem baix. Això suposa que usen reiteradament un mateix tipus de tasques.

Pregunta 1.2.1: Quin tipus de tasques vinculades a l'activitat científica introdueixen els estudiants en la planificació de la seva SAE final?

- En la SAE final hi ha 14 tipus de tasques diferents i predominen les tasques ACE per sobre les tasques prestades.
- Les dues tasques més representatives són: *exposar les pròpies idees a preguntes obertes i discutir dades/fets obtinguts en petit grup*.
- L'índex de diversitat és de 0.5, i això significa que usen reiteradament un mateix tipus de tasques.

Pregunta 2: Quins canvis i quines continuïtats s'identifiquen en les categories analitzades

(*tipus de tasques*) entre la SAE inicial i la SAE final?

- Es produeix un enriquiment en el nombre de tasques diferents que el grup té en el seu repertori. Les noves tasques que s'introdueixen són tasques ACE.
- Es produeix un canvi important en la proporció relativa entre tasques ACE i prestades, passant a un clar predomini de les primeres en relació a les segones a la SAE final.
- L'índex de diversitat es manté pràcticament en el mateix valor, per tant el grup té una tendència a organitzar l'activitat fent un ús reiterat d'un cert tipus de tasques.

9.4.4. Canvis i continuïtats en els productes d'activitat científica i en el rol dels alumnes

Amb els resultats que es presenten en aquest apartat responem a les preguntes de recerca 1.1.2 i 1.1.3, 1.2.2 i 1.2.3, i a la pregunta 2 per a aquestes dimensions d'anàlisi. Al llarg de l'apartat s'ofereixen diverses taules-resum amb els resultats més destacats.

Dels 20 episodis d'activitat identificats a la SAE inicial, 18 han estat categoritzats en relació a *productes d'activitat científica* i *rol dels alumnes*, donat que els episodis [4] i [8] de posada en comú, s'han unit respectivament als episodis [3] i [7]. A la taula 49 mostrem els resultats.

Com es pot observar, les categories dominants són *fets* i *actiu*. Si ens fixem en les categories de *productes d'activitat científica* observem que domina clarament la categoria *fets* (13 episodis, 72.2% del total). L'altra categoria que apareix representada és *dades* (5 episodis, 27.8%). Hi ha un considerable desequilibri entre la categoria *dades* i la categoria *fets*. En aquesta SAE inicial no apareixen ni la categoria *idees*, ni la categoria *mètodes*, ni la categoria *dimensió epistèmica*.

Taula 49
Cas 3. SAE inicial. Freqüència absoluta (% respecte el total d'episodis)

	Reproductor	Receptiu	Actiu	Productiu	Total
	Passiu				
Dades	0	0	5 (27,8%)	0	5 (27,8%)
Fets	4 (22,2%)	2 (11,1%)	7 (38,9%)	0	13 (72,2%)
Idees	0	0	0	0	0
Mètodes	0	0	0	0	0
Dim. Epist.	0	0	0	0	0
Totals	4 (22,2%)	2 (11,1%)			18 (100%)
	6 (33,3%)		12 (66,7%)	0	

Si ens fixem en el *rol dels alumnes*, observem que la categoria més representada és *actiu* (12 episodis, 66,7%), seguida de la categoria *reproductor* (4 episodis, 22,2%) i *receptiu* (2 episodis, 11,1%). Els episodis que suposen un rol *passiu* dels alumnes arriben a una tercera part (6 episodis, 33,3%). No apareix cap episodi que es pugui categoritzar com a *productiu*.

En base a aquests resultats podem respondre, per al cas 3, les preguntes de recerca 1.1.2 i 1.1.3.

Pregunta 1.1.2: Quins tipus de productes de l'activitat científica apareixen a la SAE inicial?

A la SAE inicial hi ha:

- un predomini clar de la categoria *fets*,
- un desequilibri important entre la categoria *dades* i la categoria *fets*,
- una absència total de les categories *idees*, *mètodes* i *dimensió epistèmica*.

Pregunta 1.1.3: Quin rol s'atorga als alumnes en el desenvolupament de les tasques en la SAE inicial?

A la SAE inicial:

- hi ha un predomini clar de la categoria *actiu*,
- la categoria *passiu* també apareix representada.
- no hi ha cap episodi considerat en la categoria *productiu*.

A la SAE final, dels 28 episodis d'activitat identificats, 26 han estat categoritzats segons les dimensions *productes d'activitat científica* i *rol dels alumnes*, donat que l'episodi [3] s'ha unit a l'episodi [2], i l'episodi [7] amb el [6], perquè no aporten res de diferent en relació a les variables analitzades. Els resultats es mostren a la taula 50. En aquest cas les dues categories més representades són *fets* i *productiu*.

Si ens fixem en les categories de la variable de *productes d'activitat científica* podem veure que continua clarament predominant la categoria *fets* (16 episodis, 61,5% del total). Ara, però, la segona categoria que apareix és *idees* (5 episodis, 19,2%). Finalment apareixen les categories *dades* (4 episodis, 15,4%) i *dimensió epistèmica* (1 episodi, 3,8%). Respecte la SAE inicial apareixen dues categories que no apareixien llavors (*idees* i *dimensió epistèmica*). Es manté el desequilibri entre les categories *dades* i *fets*. Tot i aparèixer la categoria *idees*, es manté un fort desequilibri entre aquesta categoria i la categoria *fets*.

Taula 50					
Cas 3. SAE final. Frequència absoluta (% respecte el total d'episodis)					
	Reproductor	Receptiu	Actiu	Productiu	Total
	Passiu				
Dades	0	0	4 (15,4%)	0	4 (15,4%)
Fets	4 (15,4%)	1 (3,8%)	3 (11,5%)	8 (30,8%)	16 (61,5%)
Idees	0	0	0	5 (19,2%)	5 (19,2%)
Mètodes	0	0	0	0	0
Dim. Epist.	0	0	0	1 (3,8%)	1 (3,8%)
Totals	4 (15,4%)	1 (3,8%)			26 (100%)
	5 (19,2%)		7 (26,9%)	14 (53,8%)	

Si ens fixem en la dimensió *rol dels alumnes* observem que a diferència de la SAE inicial, ara la categoria més representada és *productiu* (14 episodis, 53,8%), que no apareixia a la SAE inicial, seguida de la categoria *actiu* (7 episodis, 26,9%). També s'han identificat les categories *reproductor* (4 episodis, 15,4%) i *receptiu* (1 episodi, 3,8%), que conjuntament suposen un rol *passiu* en 5 episodis (19,2%).

La taula 51 mostra les principals variacions qualitatives en les diferents categories entre la SAE inicial i la SAE final.

Taula 51					
Cas 3. Variació qualitativa entre la SAE inicial i la SAE final					
	Reproductor	Receptiu	Actiu	Productiu	Total
	Passiu				
Dades			↓		↓
Fets	↓	↓	↓	△	↓
Idees				△	△
Mètodes					
Dim. Epist.				△	△
Totals	↓	↓			
		↓	↓	△	

Analitzant les dues taules anteriors observem una sèrie de tendències. En primer lloc la continuïtat de la categoria *fets* com a categoria més representada en el cas dels *productes d'activitat científica*. Malgrat això, aquesta categoria, juntament amb la categoria *dades*, ha disminuït en la seva freqüència relativa per l'aparició de les categories *idees* i *dimensió epistèmica*. En segon lloc, s'observa una disminució relativa de les categories en què els alumnes adopten un paper *passiu*, però també la disminució relativa de la categoria *actiu* degut a l'aparició de la categoria *productiu*.

En base a aquests resultats podem respondre, per al cas 3, les preguntes de recerca 1.2.2, 1.2.3 i 2.

Pregunta 1.2.2: Quins tipus de productes d'activitat científica apareixen a la SAE final?

A la SAE final hi ha:

- un predomini de la categoria *fets*.
- l'aparició de les categories *idees* i *dimensió epistèmica*.
- un desequilibri entre la categories *dades* i la categoria *fets*.
- un desequilibri entre la categoria *fets* i la categoria *idees*.

Pregunta 1.2.3: Quin rol s'atorga als alumnes en el desenvolupament de les tasques a la SAE

final?

A la SAE final:

- apareix la categoria *productiu* que, a més, esdevé la categoria dominant.
- les categories *actiu* i *passiu* tenen un repartiment molt similar.

Pregunta 2: Quins canvis i quines continuïtats s'identifiquen en les categories analitzades (*productes d'activitat científica* i *rol dels alumnes*) entre la SAE inicial i la SAE final?

- La categoria *fets* es manté dominant en ambdues SAE.
- Es manté un desequilibri entre les categories *dades* i *fets*, i apareix un nou desequilibri entre les categories *fets* i *idees*.
- Es produeix un canvi en el rol dels alumnes que passa d'*actiu* a *productiu*.
- Apareix la categoria *dimensió epistèmica*.

9.4.5. Canvis i continuïtats en l'estructura i els patrons d'activitat científica

En els següents apartats s'ofereixen els resultats en relació a les preguntes de recerca 1.1.4, 1.2.4 i a la pregunta 2 per a aquestes dimensions d'anàlisi, que sintetitzem en una taula-resum al final de l'apartat.

9.4.5.1. Estructura i patrons d'activitat científica a la SAE inicial

L'estructura de la SAE inicial del cas 3 es representa de manera simplificada a la figura 49. Hi podem distingir tres fases.



Figura 49. Estructura de la SAE inicial del cas 3

La seqüència s'inicia amb una primera fase en què l'objectiu és exposar la informació teòrica

de caràcter factual que es considera bàsica en relació al tema del gust i de l'olfacte. Plantegen que aquesta informació la introdueixi la mestra, però també plantegen que siguin els propis alumnes els que cerquen la informació en fonts bibliogràfiques i la comparteixin. Cap al final de la seqüència apareix un nou episodi en què experts sanitaris introdueixen nova informació als alumnes.

La seqüència continua amb una segona fase dedicada a la investigació empírica que serveix per corroborar amb fets la teoria exposada, o per aportar nous fets que poden fins i tot estar desconnectats de la teoria introduïda a l'inici.

Finalment, apareix una última fase que té per objectiu recopilar i comunicar els coneixements adquirits al llarg de la seqüència.

A la taula 52 s'exposen els patrons d'activitats científica que s'han identificat a la SAE inicial del cas 3.

Taula 52. Patrons d'ACE a la SAE inicial del cas 3			
Episodis	Pràctiques i rol	Patrons	Descripció breu de les tasques
1	PA		Activitat 1
2			Obtenir la informació factual sobre l'anatomia i la fisiologia del gust i l'olfacte
3	PA		Activitat 2 Cercar informació sobre l'anatomia i fisiologia del gust i l'olfacte
4	PA		Activitat 3 Posar en comú la informació
5	AC	Patró DF	Activitat 4
6	AC		Obtenen dades tastant i estableixen el fet que cada gust es no nota en una part de la llengua
7	AC	Patró DF	Activitat 5
8			Obtenen dades tastant i estableixen el fet que no notem tant bé el gust amb el nas tapat
9			

10	AC	Patró DF	Activitat 6
11	AC		Obtenen dades amb DEC \forall i estableixen el fet que la saliva afavoreix que es noti el gust
12	AC		Activitat 7 Realitzar exercicis de llapis i paper per establir la relació entre olors i productes
13	AC		Activitat 8 Realitzar exercicis de llapis i paper per establir la relació entre olors i productes
14	AC	Patró DF	Activitat 9
15	AC		Obtenir dades amb DEC \forall i establir el fet que no notem igual les olors amb el nas tapat o destapat
16	AC	Patró DF	Activitat 10
17	AC		Obtenir dades amb DEC \forall per veure que la percepció de les olors és al nas i no a la boca
18	PA	Patró COM	Activitat 11 Elaboren un mural recopilatori
19	PA		Activitat 12
20			Visita al CAP i recepció d'informació d'experts

La SAE inicial comença amb tres activitats encaminades a establir la informació factual bàsica sobre l'anatomia i la fisiologia dels òrgans del gust i de l'olfacte. Això es fa a través de dues tasques prestades que són *escoltar l'explicació de la mestra* i *cercar informació*.

Les activitats 4, 5 i 6, impliquen ACE a través d'un mateix patró, el *patró DF*. En tots tres casos, sense cap problematització prèvia, es proposa la realització de tres petites investigacions empíriques, dues a través de l'observació com a forma d'obtenir dades (activitat 4 i activitat 5) i una tercera a través d'un experiment sense control de variables (activitat 6). Estableixen tres fets: diferents gustos es noten a diferents parts de la llengua; els gustos es noten menys si es té el nas tapat; amb saliva es noten millor els gustos.

Les activitats 7 i 8 usen tasques prestades (*realitzar exercici de llapis i paper*), i per tant la dinàmica d'ACE iniciada en les activitats anteriors s'atura. A partir d'activitats d'endevinar

(amb suport TIC) i d'encerclar, plantegen als alumnes que estableixin la relació entre olors i productes.

A l'activitat 9 i a l'activitat 10 es retorna al model d'ACE que sembla propi del grup en aquesta seqüència, el *patró DF*. Es proposen dues experimentacions sense control de variables per establir dos fets relacionats amb l'olfacte: amb el nas tapat no es detecten les olors; les olors que estan a l'aire es detecten pel nas i no per la boca.

A l'activitat 11 es proposa als alumnes de fer un mural recopilatori amb tota la informació adquirida que servirà per recopilar i comunicar els coneixements adquirits (*patró COM*).

Finalment, a l'activitat 12 es proposa de visitar el centre de salut més proper a l'escola perquè un metge expliqui quines malalties s'associen a aquests dos sentits i quines mesures de prevenció s'han de prendre.

Com s'observa dels resultats obtinguts, aquest grup té una estructura molt organitzada de la seva seqüència, amb una primera part d'exposició de la teoria i una segona part d'activitats d'investigació empírica que serveixen per demostrar els fets exposats o per establir-ne de nous, sempre usant un mateix patró d'activitat científica, el *patró DF*, que té un paper clarament vertebrador, malgrat també s'hi insereixen altres activitats construïdes a partir de tasques prestades (exercicis de llapis i paper, elaboració de murals, visita al CAP, escoltar explicacions de la mestra o d'experts).

9.4.5.2. Estructura i patrons d'activitat científica a la SAE final

L'estructura i els patrons d'activitat científica corresponents a la SAE final es presenten, respectivament a la figura 50 i a la taula 53. S'hi pot veure com el han introduït canvis significatius d'una seqüència a l'altra.

Hi ha un canvi important en l'estructura global de la seqüència (figura 50).



Figura 50. Estructura de la SAE final del cas 3

Ara, la seqüència s’inicia amb activitats que tenen per objectiu explorar els models inicials dels alumnes sobre l’anatomia i la fisiologia dels sentits del gust i de l’olfacte. A continuació apareix una segona fase amb un seguit d’activitats d’investigació en què la finalitat no només és obtenir fets, sinó també explicar-los, per això no els hem identificat com a investigació empírica, sinó com a investigació empírica i interpretativa.

Finalment es manté una fase final en què les activitats plantejades persegueixen l’objectiu de recopilar i comunicar els coneixements adquirits durant la seqüència.

La taula 53 mostra els patrons d’activitat científica identificats a la SAE final.

Taula 53. Patrons d’ACE a la SAE final del cas 3			
Episodis	Pràctiques i rol	Patrons	Descripció breu de les tasques
1	PR	Patró EX	Activitat 1 Explicitar els models inicials dels alumnes
2			
3			
4	PR	Patró P-DF-I	Activitat 2 Formular predicció no justificada, obtenir dades a partir de l’observació, establir fet i interpretar-lo en gran grup amb el suport de la mestra
5	AC		
6	PR		
7	PR		
8	PR	Patró P-DF-I	Activitat 3 Formular predicció no justificada, obtenir dades observant, establir fet i interpretar amb el suport de la mestra
9	PR		
10	AC		
11	PR		
12	PR	Patró Epist.	Proposar mecanisme de comprovació d’idees
13	PR		

14	PR	Patró P-DF-I	Activitat 4 Formular predicció no justificada, obtenir dades observant, establir fet i interpretar amb el suport de la mestra
15	AC		
16	PR		
17	PR		
18	PR	Patró P-DF	Activitat 5 Predicció inicial no justificada, obtenció de dades i establiment de conclusions
19	AC		
20	PR		
21	AC		Activitat 6 Exercici de llapis i paper
22	AC		Activitat 7 Exercici de llapis i paper
23	AC	Patró Repr-Model	Activitat 8 Construcció d'una maqueta
24	PA		Activitat 9 Visita a l'expert i resposta a preguntes tancades
25			
26	PA	Patró COM	Activitat 10 Comunicar al gran grup
27	PA		Activitat 11 Cerca informació per ampliar coneixements
28	PA	Patró COM	Activitat 12 Comunicació final elaborant un mural recopilatori

També es produeix un canvi molt clar en els patrons d'activitat científica utilitzats en la SAE final, respecte als que apareixien a la SAE inicial.

La seqüència s'inicia amb una activitat per fer explícits els models dels alumnes en relació als dos sentits investigats, utilitzant el *patró EX*. A partir d'aquí s'implica als alumnes en una sèrie d'investigacions que permeten establir fets per, finalment, recopilar tota la informació generada, ampliar-la i comunicar-la.

Respecte a la SAE inicial el *patró DF* s'enriqueix, passant al *patró P-DF-I* (activitats 2, 3 i 4) o al *patró P-DF* (activitat 5). Aquest enriquiment es fa a través de la incorporació de tasques vinculades a l'àmbit de les idees, els models i les explicacions, en què els alumnes tenen un paper més productiu. Així, el *patró P-DF-I* incorpora un moment inicial en què els alumnes

han de formular prediccions (no justificades), després se'ls proposa una investigació empírica amb obtenció de dades i establiment de fets, que finalment són interpretats en gran grup amb el suport de les preguntes-guia de la mestra. En el cas del *patró P-DF* la dinàmica és la mateixa però sense la interpretació final del fet obtingut.

Un tercer canvi, potser menys visible però molt significatiu, és la incorporació d'un episodi en què el contingut té un caràcter epistemològic (activitat 3, episodi [13]) i que hem identificat com a *patró Epist.*, tot i que no té massa recorregut en el conjunt de la seqüència.

També volem destacar l'activitat 8 (episodi [23]) en què es proposa als alumnes que construeixin una maqueta com a forma de representar allò après sobre l'anatomia i la fisiologia dels dos sentits estudiats, i que hem identificat com a *patró Repr-Model*. Ho volem destacar perquè el grup aprofita un instrument per a la representació de models (les maquetes) que va ser introduïda i debatuda a l'assignatura. El grup la fa servir com a forma de representació del model científic dels sentits del gust i l'olfacte que han estat construïnt al llarg de la seqüència. És un ús simple de les maquetes en relació al procés de modelització, perquè la maqueta no és usada com una eina en el marc d'una estratègia de revisió dels models dels alumnes, sinó només com una eina de representació i comunicació final dels models construïts.

La resta de la SAE final manté les formes d'activitat prestada que ja apareixien a la SAE inicial i també incorpora activitats i episodis nous amb tasques prestades.

Tant a la SAE inicial com a la SAE final aquest grup estructura les activitats i tasques a través de la repetició d'un mateix patró d'activitat científica. Aquest fet explica que l'índex de diversitat en ambdues SAE sigui relativament baix (0.55 per la SAE inicial, i 0.5 per la SAE final). En la SAE inicial el patró bàsic és el *patró DF*, en canvi a la SAE final aquest patró s'ha enriquit amb la incorporació a l'inici i/o al final de tasques que mobilitzen les idees dels alumnes passant a usar sobretot el patrons *P-DF-I* i, en menys mesura, el *patró P-DF*. Malgrat això, aquests dos patrons conviuen amb molts moments en què no es pot considerar que realment existeixi ACE.

En base a aquests resultats podem respondre, per al cas 3, les preguntes de recerca 1.1.4, 1.2.4 i 2.

Pregunta 1.1.4: Quina estructura general i quins patrons d'activitat científica escolar apareixen a la SAE inicial?

A la SAE inicial hi ha:

- apareix una estructura global molt clara amb tres fases: s'inicia amb l'exposició de "teoria", continua amb la realització d'experiències demostratives i acaba amb la recopilació i comunicació de tota la informació generada.
- l'únic patró d'ACE identificat és el *patró DF* que s'alterna amb moments d'activitat prestada.

Pregunta 1.2.4: Quina estructura i quins patrons d'activitat científica escolar apareixen a la SAE final?

A la SAE final hi ha:

- una estructura global molt clara amb tres fases: s'inicia amb l'explicitació de les idees dels alumnes, continua amb la investigació i interpretació de diversos problemes i acaba amb la recopilació i comunicació de tota la informació generada.
- més patrons d'ACE: *patró EX*, *patró P-DF-I*, *patró P-DF*, *patró Repr-Model* i *patró COM*.
- Desapareix el *patró DF*

Pregunta 2: Quins canvis i quines continuïtats s'identifiquen en les categories analitzades (*estructura i patrons d'activitat científica*) entre la SAE inicial i la SAE final?

- Es manté una estructura global entres fases però canvien els objectius de cada fase, sobretot els de l'inici.
- Hi ha un enriquiment dels patrons d'ACE amb la introducció de nous patrons que tenen més en compte les idees dels alumnes.

9.4.6. Elements mediadors i planificació de les SAE

En aquest apartat responem a la pregunta de recerca 1.1.5, 1.2.5 i a la pregunta de recerca 3.1., per al cas 3. Per fer-ho, hem utilitzat els resultats exposats fins aquí per definir els perfils d'ACE de la SAE inicial i de la SAE final. Aquests perfils es mostren al cercle interior dels esquemes circulars de les figures 51 i 52.

9.4.6.1. Identificació dels elements mediadors i discussió sobre com expliquen el perfil d'ACE de la SAE inicial

Partint dels resultats anteriors, el perfil d'ACE de la SAE inicial del cas 3 té les següents característiques (figura 51):

- Equivalència entre tasques prestades i tasques ACE.
- Predomina la categoria *fets* com a producte d'activitat científica més representatiu i no apareixen ni la categoria *idees*, ni la categoria *dimensió epistèmica*. Hi ha un desequilibri important entre la categoria *dades* i la categoria *fets*.
- Predomina el rol *actiu* dels alumnes.
- La SAE inicial s'estructura en tres fases. Una primera d'exposició de la informació teòrica, una segona d'investigació empírica per comprovar els fets exposats o introduir-ne de nous, i una darrera de recopilació i comunicació.
- Apareix un sol patró d'ACE, el *patró DF*.

En relació al procés de planificació de la SAE inicial del cas 3, hem identificat tres elements mediadors (figura 51):

- **Mediador 1:** Concepció de la ciència escolar com a adquisició de fets a través del mètode científic.
- **Mediador 2:** Concepció de l'aprenentatge propera a la teoria interpretativa.
- **Mediador 3:** Dicotomia entre teoria i pràctica com a concepció de l'organització de l'ensenyament.

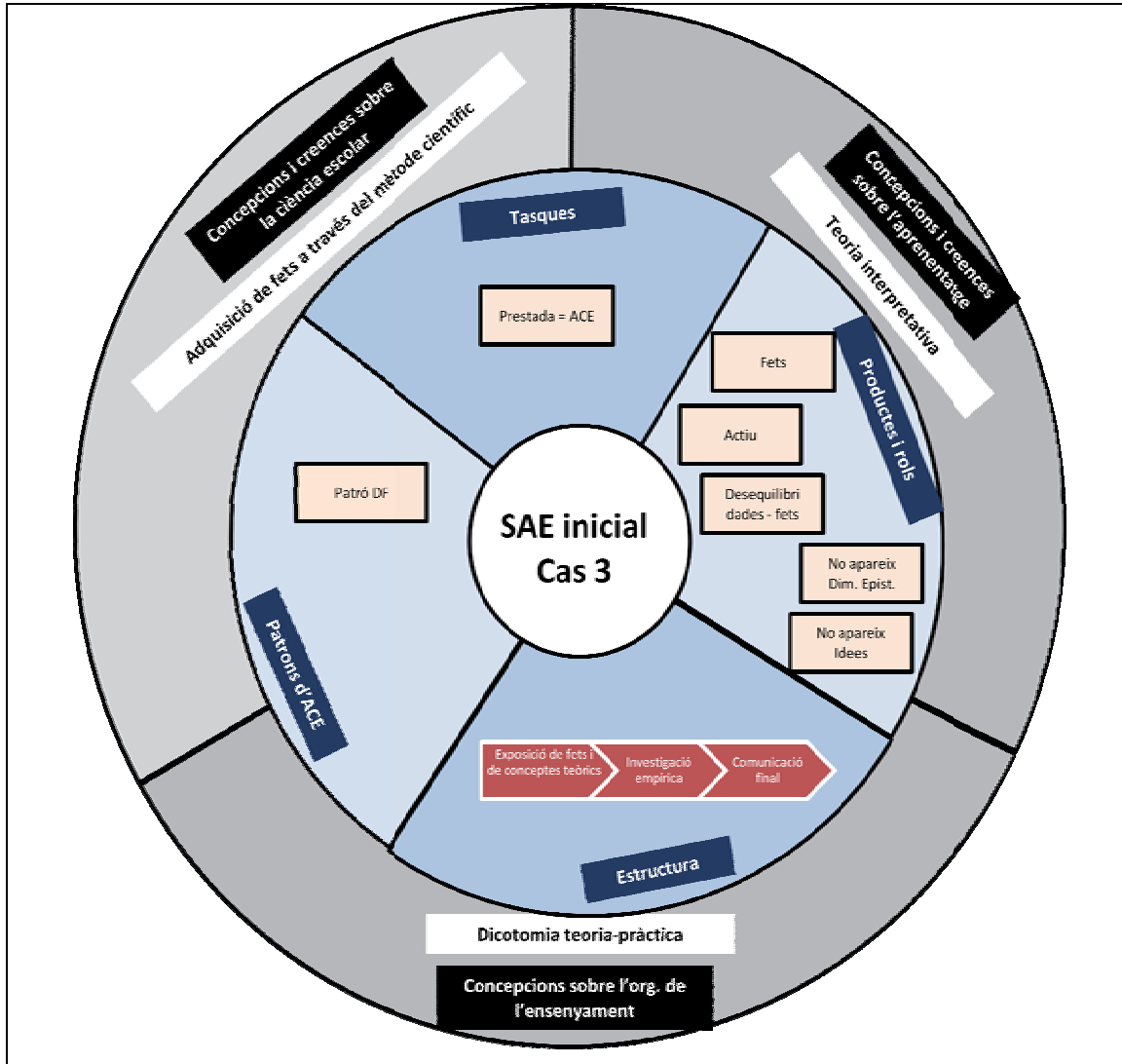


Figura 51. Elements mediadors en la planificació de la SAE inicial del cas 3

Com hem comentat en altres casos, probablement els elements mediadors 1 i 2, actuen d'una manera inconscient i implícita, en canvi, l'element mediador 3 és al que, en aquest cas, atribuïm una influència major.

Considerem que el mediador 3 (*dicotomia entre teoria i pràctica com a concepció de l'organització de l'ensenyament*), fàcilment es pot considerar el responsable de l'estructura global de la seqüència inicial, sobretot pel que fa a les dues primeres fases, exposició d'informació i investigació empírica de comprovació. Com ja s'ha mostrat en la caracterització del grup, les estudiants estaven molt preocupades per l'ordre global i la seqüenciació de les seves activitats i, paral·lelament, manifestaven clarament una visió

dicotòmica de l'aprenentatge, separant teoria i pràctica. Aquesta idea d'ordenació també apareix en la seva descripció de com es desenvolupa l'activitat científica, per això el mediador 1 l'hem identificat com *concepció de la ciència escolar com a adquisició de fets a través del mètode científic*.

Malgrat la idea de mètode científics, ressona en alguns dels seus comentaris, allò que és més influent d'aquesta concepció de cara al perfil d'ACE és la idea que el coneixement científic és eminentment factual, la qual cosa explica el predomini de la categoria *fets*, el desequilibri entre *fets* i *dades* i la inexistència d'episodis d'activitat vinculats a la categoria *idees*.

Probablement, l'aproximació que aquest grup fa a la idea de “mètode científic”, com un seguit de passos ordenats (mediador 1), és el que explica que aparegui un patró d'activitat científic dominant, que en el cas de la seqüència inicial és el *patró DF*. Assenyalem, no obstant, que aquest patró no recorre tots els passos que habitualment es considera que formen part del concepte clàssic de mètode científic.

Finalment, les estudiants del grup mantenen una concepció sobre l'aprenentatge propera a una teoria interpretativa i a una idea d'aprenentatge per descobriment, tal com s'ha descrit en la caracterització general del grup. Aquesta concepció explicaria el paper *actiu* que atribueixen al rol dels alumnes, i també explicaria que dediquin una bona part de la seqüència a la investigació empírica dels alumnes. En aquesta fase, els alumnes comproven “per ells mateixos” i gràcies a les experiències que els són plantejades, el coneixement factual que han introduït a la primera fase.

9.4.6.2. Identificació dels elements mediadors i discussió sobre com expliquen el perfil d'ACE a la SAE final

Respecte al perfil inicial descrit al subapartat anterior, la SAE final mostra un perfil d'ACE molt més ric. Com ja ha passat al cas 1, i a diferència del que ha passat al cas 2, el perfil

d'ACE de la SAE final, mostra molts canvis, molt substancials, respecte la SAE inicial, en totes les dimensions que configuren el perfil (figura 52).

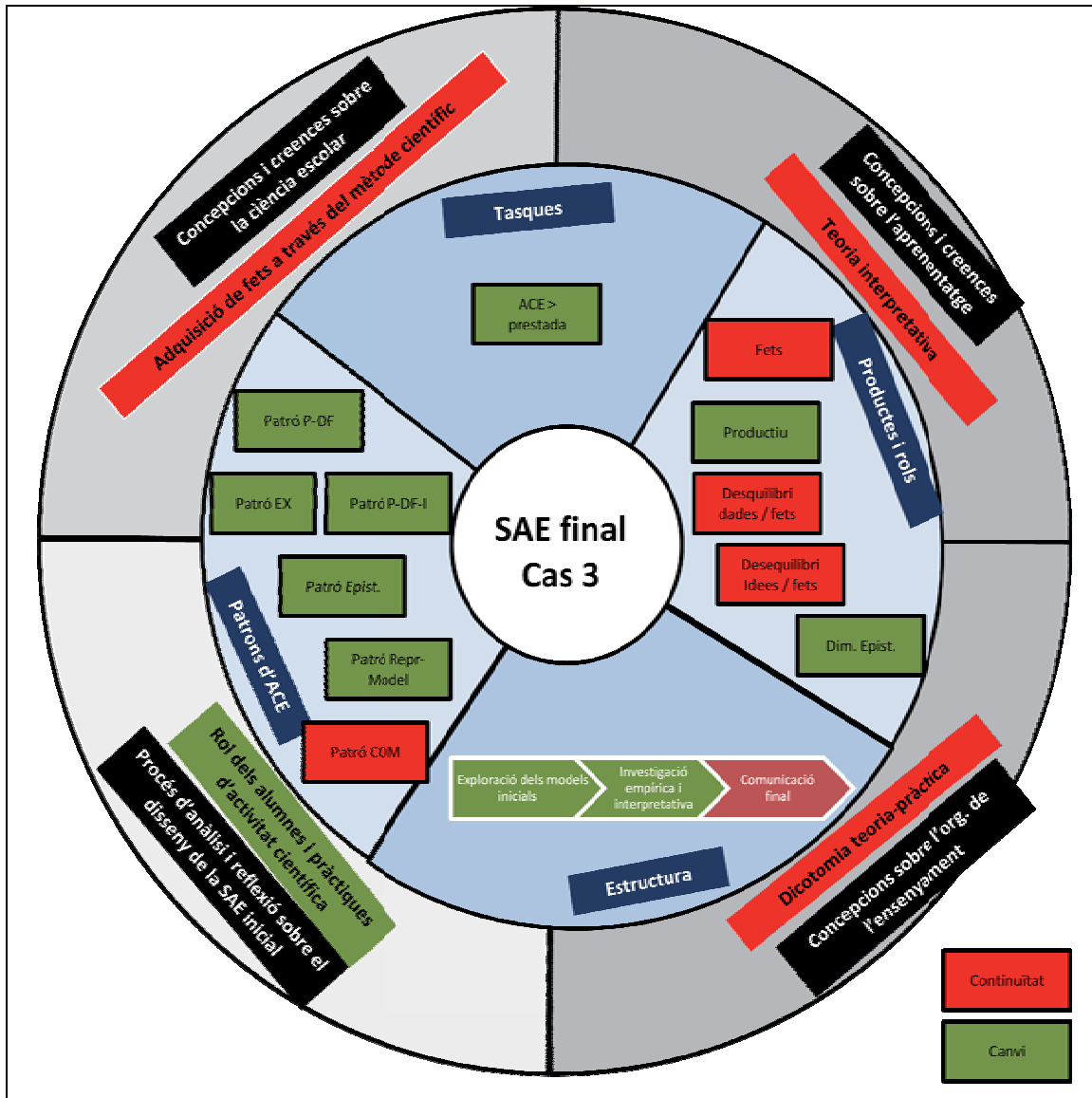


Figura 52. Elements mediadors en la planificació de la SAE final del cas 3

En relació a les tasques s'ha produït un augment de les tasques ACE, que ja són clarament més freqüents que no pas les tasques prestades. Recordem que a la SAE inicial hi havia una situació d'equivalència.

En relació als productes d'activitat científica és on potser es produeixen els canvis menys rellevants. Així, continua predominant la categoria *fets*, i es manté el desequilibri entre *fets* i *dades*. Tot i això, també apareixen alguns canvis, com és l'aparició de la categoria *idees*, que tanmateix manté un desequilibri important amb la categoria *fets*, i l'aparició de la categoria *dimensió epistèmica*, que encara no havia aparegut en cap dels grups que hem presentat fins ara.

També es produeix un canvi molt important en el rol dels alumnes, en què la categoria dominant passa a ser *productiu*.

Finalment, també apareixen canvis importants tant en l'estructura global de la seqüència com en els patrons d'activitat científica. En relació a l'estructura global es mantenen les tres fases, però canvien completament les finalitats de dues d'aquestes fases. Així, apareix una primera fase dirigida a l'exploració de les idees dels alumnes i una segona fase orientada a la investigació empírica (per obtenir fets) i interpretativa, per explicar els fets obtinguts. Finalment, la tercera fase té la finalitat de recopilar i comunicar la informació, tal com ja passava a la seqüència inicial.

En relació als patrons d'activitat científica, es passa de dos únics patrons a sis, de manera que l'ACE d'aquesta seqüència, a més a més de més present, és molt més diversa.

A la figura 51 també exposem els elements mediadors que considerem que han tingut una major influència en la planificació de la SAE final. Hi identifiquem quatre mediadors:

- **Mediador 1:** Concepció de la ciència escolar com a adquisició de fets a través del mètode científic.
- **Mediador 2:** Concepció de l'aprenentatge propera a la teoria interpretativa.
- **Mediador 3:** Dicotomia entre teoria i pràctica com a concepció de l'organització de l'ensenyament.
- **Mediador 4:** Procés d'anàlisi i reflexió sobre el rol dels alumnes i les pràctiques d'activitat científica en el disseny de la SAE inicial.

Als tres que ja s'havien identificat a la SAE inicial i que mantenim en aquest, hi afegim el procés d'anàlisi i reflexió sobre el disseny de la SAE inicial, especialment en relació a l'anàlisi crítica del rol dels alumnes i a les pràctiques d'activitat científica (mediador 4).

En la nova seqüència, el cas 3 ha introduït canvis en totes les dimensions d'activitat científica escolar analitzades: tipus de tasques, rol dels alumnes, productes d'activitat científica i estructura i patrons d'activitat científica de la SAE. El canvi més significatiu, sens subte, és en el rol dels alumnes i en l'estructura i els patrons d'activitat científica.

Les estudiants del cas 3 manifesten una preocupació explícita pel fet que les seqüències que construeixen tinguin una estructura i estiguin organitzades de manera clara, tal com s'ha descrit a la caracterització del grup. Això explicaria que en una i altra seqüència s'identifiqui una estructura global molt clara i que els patrons d'activitat científica s'usin de manera reiterada. En aquest plantejament de fons no es produeixen canvis, però sí que es produeixen canvis molt significatius en la forma concreta de resoldre l'estructura global i en la selecció dels patrons d'activitat científica que es consideren més adequats.

Creiem que tots aquests canvis s'expliquen, sobretot, pel canvi substantiu que el grup planteja en el rol dels alumnes i per l'aparició de la categoria *idees* en relació als productes d'activitat científica, i tots dos aspectes estan influïts pel procés de revisió portat a terme a l'assignatura (mediador 4). Tenim evidències per justificar aquesta afirmació. Per exemple el fet que es mostrin autocrítiques en relació als resultats que han obtingut en l'anàlisi de l'atenció al pensament científic dels alumnes, la qual cosa els fa afirmar que: «hem vist que hi ha algunes activitats que s'haurien d'eliminar o millorar ja que no tenen en compte els pensaments i habilitats científiques dels nens i nenes» [*comentari al treball final, annex 5*]. Aquesta observació és el que motiva més canvis en la SAE inicial, com comentem més endavant.

En l'argumentari, distingeixen entre la participació dels alumnes a través de la manipulació i la participació a través del pensament, i valoren especialment la primera: «els infants, pensem que són els protagonistes de la Unitat Didàctica i, com a tals, se'ls ha de donar unes responsabilitats de manipulació» [*comentari al treball final, annex 5*], i per això decideixen

modificar o eliminar les activitats en què no es tenen prou en compte les habilitats dels alumnes: «ara bé, hi ha algunes activitats en què no es tenen en compte aquestes habilitats. És per això que les hem intentat modificar o bé, directament les hem eliminat» [*comentari al treball final, annex 5*]. Aquesta idea de prioritzar l'activitat manipulativa dels alumnes és molt freqüent entre els mestres d'infantil i primària i deriva d'una consideració interpretativa de l'aprenentatge (mediador 2), però també pot estar influïda per l'existència de la dicotomia entre pensament i manipulació (teoria i pràctica), com elements disjunts que s'aprenen de manera diferent (mediador 3).

Una conseqüència per a la nova planificació del fet de voler tenir més en compte el pensament dels alumnes és: «fomentar que els alumnes extreguin les seves conclusions i no donar-les des d'un inici» [*comentari al treball final, annex 5*]. Això condueix a eliminar les activitats inicials de la primera SAE en què la mestra exposava tota la informació teòrica i es convidava els alumnes a completar-la tot cercant informació, de manera que es canvia l'estructura global de la seqüència. Al mateix temps, condueix a la incorporació d'episodis d'interpretació darrere dels episodis d'investigació empírica, de manera que hi ha un canvi en els patrons d'activitat científica, amb l'aparició del *patró P-DF-I*.

El comentari anterior, però, també és interessant en un altre sentit; si el pensament dels alumnes és important per extreure conclusions al final d'un procés d'experimentació, vol dir que no tenen en compte el paper que pot jugar l'experimentació en el canvi dels models inicials dels alumnes perquè en realitat els models inicials dels alumnes, malgrat exposats a l'inici, no són posats a prova en base a l'evidència. Aquesta nostra interpretació es pot basar en una altra evidència que aporten els resultats i és que en els nous patrons d'activitat científica que el grup utilitza a la seva SAE final en molts moments es parteix d'una predicció no justificada prèvia, que després no es revisa ni es reprèn, almenys explícitament (*patró P-DF, patró P-DF-I*).

La introducció de tasques de formulació de prediccions no justificades apareix clarament fruit dels resultats i reflexions que el grup fa en relació a l'anàlisi de la presència d'activitat científica. En la proposta de millora que fan hi té molt a veure l'anàlisi sobre les preguntes

que havien formulat en la SAE inicial: «en les activitats 2, 4, 7, 8, 11 i 12 la majoria de preguntes que hi podem trobar són plantejades per la mestra, són bastant tancades i no permeten, als alumnes, plantejar-se qüestions ja que són activitats molt pautades i en alguns casos fins i tot fàcils. Per a millorar tot aquest seguit d'activitats i en especial els exercicis més pràctics, és a dir, el 4, el 5, el 6, el 9 i el 10 proposem que abans de realitzar els experiments els alumnes hagin de plantejar-se hipòtesis, o que ells mateixos es puguin plantejar preguntes a investigar i plasmar-ho de forma escrita en un full de manera individual. A continuació realitzar l'experiment de forma individual, i un cop acabada aquesta part, posar-ho en comú amb la resta del seu grup» [*comentari al treball final, annex 3*]. Volem fer dos comentaris en relació al fragment anterior; per una banda, la confusió entre el terme hipòtesi i el terme predicció, molt comú entre els estudiants; per una altra banda, el fet que es desprèn una certa visió aproblemàtica de l'adquisició de coneixement, en què la realitat i l'experimentació permetrà establir unes bones conclusions, la qual cosa ens confirma que es manté una mateixa comprensió sobre l'aprenentatge, propera a la teoria interpretativa (mediador 2).

Sigui com sigui, en el fragment anterior queda palès un canvi en el model didàctic, que es concreta en la incorporació de més episodis en què es tenen en compte les idees dels alumnes, tal com s'ha mostrat en l'apartat de resultats. Tanmateix, és un canvi molt simple, i segurament molt feble, que coincideix amb una concepció d'aprenentatge immediat i aproblemàtic: predir – actuar – concloure – compartir. El grup no contempla l'evolució de les idees i models dels alumnes com un canvi profund i costós en la manera de “veure el món”. Això vol dir que no hi ha hagut un canvi substancial en la concepció de l'aprenentatge que ha fet el grup, ni en la seva forma de concebre els processos de construcció de coneixement científic, malgrat hi hagi una major atenció a les idees dels alumnes.

Com també ja s'ha indicat en les reflexions inicials entorn al disseny de la seva SAE inicial, les estudiants tenen una forta preocupació per la seqüenciació. En la seva SAE inicial apareix una distinció clara entre una part inicial teòrica, una segona part més àmplia i eminentment pràctica (d'investigació empírica), i una cloenda de recopilació. Aquest model és qüestionat en la seva anàlisi de la SAE inicial: «pel que fa al tema de la informació que cal trobar

inicialment (activitat 2) es podria canviar i en lloc de buscar-la de bon principi, buscar-la després d'haver fet els experiments i d'haver extret les seves pròpies conclusions i d'haver formulat hipòtesis ja que sinó alguns d'aquests experiments (com el de trobar la part de la llengua on correspon el sabor de diferents aliments) resulta molt fàcil de realitzar sabent prèviament que a la boca hi ha diferents parts, cada una destinada a un sabor concret» [*comentari al treball final, annex 5*]. El canvi d'ordre per tant, no és tan fruit de l'adquisició d'un model més constructivista de l'aprenentatge sinó que respon a donar un major protagonisme als alumnes i garantir el seu interès per implicar-se en les activitats d'experimentació que han de ser les que assegurin l'adquisició d'uns coneixements factuais concrets.

També proposen una modificació de l'activitat final en què es vol donar un aspecte més proper a la comunicació científica: «al final de la seqüència d'activitats l'alumnat podria realitzar un informe a partir de les anotacions que haurien pogut recollir de les diferents activitats i plasmar en el seu treball quines preguntes es plantejaven i quines conclusions extreien de cada experiment, en primer lloc de manera individual i posteriorment de manera col·lectiva» [*comentari al treball final, annex 5*].

L'aparició del *patró Repr-Model* a través d'una tasca de construcció d'una maqueta dels òrgans del gust i de l'olfacte, curiosament deriva de l'anàlisi que fan dels continguts. Els canvis que proposen derivats de l'anàlisi dels continguts, són una activitat nova: «per treballar aquest principi plantejem una activitat nova, que és la realització d'una maqueta, perquè puguin veure de què està fet el nas, com estan col·locades les seves parts, etc. El que pretenem amb el concepte interacció-organització, és que els alumnes puguin veure les connexions entre el nas i altres òrgans, i com interactuen. Pel que fa al concepte de composició-estructura és pretén que l'alumnat descobreixi de què està fet el nas, les parts que el componen, i com estan disposades» [*comentari al treball final, annex 5*]. També modifiquen una activitat ja existent: «per millorar l'activitat pensem que seria adequat que una vegada els alumnes haguessin distingit les parts de la llengua on noten els diferents gustos intentessin dibuixar i pintar les cèl·lules que hi ha dins d'aquest òrgan segons la funció que tenen, és a dir, distingir les diferents cèl·lules que s'encarreguen de distingir els sabors. Però

també han de veure que les cèl·lules dels diferents gustos formen un conjunt, un tot, on totes són importants. La mestra hauria de realitzar preguntes perquè els nens pensessin sobre aquest fet» [*comentari al treball final, annex 5*].

Pensem que aquesta darrera frase és molt significativa d'un inici de canvi de model en aquest grup, perquè mostra que l'objectiu ja no seria només mostrar els fets o proposar experiències com a estímuls a futures preguntes, sinó estimular el pensar sobre els fenòmens analitzats i derivats de la realitat, i aquesta és una tendència de canvi interessant que és deguda a què en l'anàlisi dels continguts més que introduir nous coneixements factuais el que es va suggerir a les estudiants era establir una nova mirada als éssers vius i les seves funcions vitals.

El seu model de ciència escolar (mediador 1), per contra, sembla que en realitat no es modifica gaire. Com ja s'ha dit en la caracterització de les concepcions del grup sobre l'ensenyament de les ciències, les membres d'aquest grup donen molt valor a les activitats pràctiques, però sense que això vulgui dir que tinguin una imatge clara del rol epistemològic que tenen aquestes activitats. En aquest sentit no s'ha produït cap canvi important.

Al treball final les estudiants parlen de la importància de fer experiments amb els alumnes però el significat que atorguen al concepte d'experiment no es correspon al significat que té en el model de ciència escolar i d'ACE que hem introduït al marc teòric, sinó que és més proper a l'ús habitual del terme en el discurs pedagògic, que l'associa a la manipulació i a l'experiència: «amb aquestes activitats pretenem fer experiments a partir de coses quotidianes que poden interessar els alumnes, per tant, els poden servir com una nova font d'experiències i estímuls que tard o d'hora donaran lloc a interrogants i idees provisionals, un recurs indispensable per a la comprovació d'idees» [*comentari al treball final, annex 5*]. Per tant, sembla que la pretensió conscient del grup és aportar experiències i no tant promoure a què s'arribi a construir un model explicatiu dels fenòmens observats en el qual els resultats de l'experimentació actuïn com a evidències. Això té a veure amb la concepció de ciència escolar que apareix com a mediador 1.

Resumint, altre cop estaríem davant de l'expressió d'un model sintètic, en què s'integren algunes noves informacions al sistema de creences inicial, però sense que això suposi un canvi real del sistema de creences, la qual cosa condueix a algunes incoherències en els perfils d'ACE que apareixen en les seves planificacions.

9.5. Resultats i discussió del cas 4

9.5.1. Caracterització general del cas 4

Els continguts d'aquest apartat serveixen per caracteritzar el cas d'estudi 4, el darrer dels casos estudiants. S'ha elaborat usant com a fonts documentals els qüestionaris, les intervencions al fòrum i el treball inicial. Aquest procés de caracterització ens permetrà, al final de l'apartat, respondre a una part de la pregunta de recerca 3.1, concretament a: *Quins elements mediadors permeten explicar les característiques del perfil d'ACE de la SAE inicial (del cas 4)?*

9.5.1.1. Membres

El cas 4 està format per tres membres, totes tres noies de més de 27 anys. Una d'elles (IJ) amb estudis universitaris acabats de ciències (biologia) i amb experiència investigadora (DEA en edafologia), una segona amb estudis de ciències fins a 3r BUP (CB), i una tercera amb estudis fins al final de l'EGB (MG).

En conjunt, per tant, no es tracta d'estudiants amb el perfil de formació prèvia en ciències típic de les estudiants de magisteri, excepte en el cas de MG.

9.5.1.2. Consideracions sobre el coneixement didàctic

En relació als sabers que un mestre hauria de tenir per fer unes bones classes de ciències fan referència a *coneixements pedagògics generals*: «continguts relatius a psicologia de l'infant, de didàctica...» [IJ, *qüestionari inicial, annex 1.4*]; al *coneixement de la matèria*: «tenir coneixements d'on trobar la informació necessària pels continguts curriculars i els coneixements per entendre-la» [CB, *qüestionari inicial, annex 1.4*]; «tenir molts coneixements envers els temes a desenvolupar» [MG, *qüestionari inicial, annex 1.4*].

En relació a les habilitats que el mestre hauria de tenir, fan referència a la *gestió de l'aula*: «gestionar una aula, amb la gran complexitat d'interrelacions» [IJ, *qüestionari inicial, annex 1.4*]; «gestionar una aula» [CB, *qüestionari inicial, annex 1.4*]; «motivar, interessar, engrescar» [MG, *qüestionari inicial, annex 1.4*]; a saber trobar *recursos formatius*: «[saber] buscar recursos per continuar formant-se tant en continguts relatius a les ciències com en temes de gestió» [IJ, *qüestionari inicial, annex 1.4*]; la capacitat de *treball en grup*: «treballar en grup» [IJ, *qüestionari inicial, annex 1.4*]; saber conèixer els alumnes: «escoltar els infants, copsar-ne els interessos, dificultats» [IJ, *qüestionari inicial, annex 1.4*]; tenir habilitats comunicatives: «expressar-se de forma entenedora i amb interacció amb els alumnes» [CB, *qüestionari inicial, annex 1.4*]; «ser capaç de transmetre els seus coneixements de manera entenedora» [MG, *qüestionari inicial, annex 1.4*]; i tenir una bona *actitud personal*: «ser creatiu i dinàmic (...) improvisar (...) escoltar, entendre i comprendre (...) parlar i ser proper als seus alumnes» [MG, *qüestionari inicial, annex 1.4*].

En relació a les dificultats per fer classes de ciències, l'estudiant amb menys formació científica prèvia es refereix al *coneixement de la matèria*: «manca de coneixements» [MG, *qüestionari inicial, annex 1.4*]. Les altres dues membres del grup, que tenen més formació científica no citen aquest aspecte i, en canvi, citen el coneixement dels *alumnes*: «el no coneixement dels infants que m'escoltarien ni les seves inquietuds», «el desconeixement de les temàtiques i les seves limitacions en cada edat segons els objectius curriculars» [CB, *qüestionari inicial, annex 1.4*]; «detectar punts de partida, fer sortir interessos», «atendre a la diversitat de nivells» [IJ, *qüestionari inicial, annex 1.4*]; i els *recursos*: «manca de recursos pràctics sobre la ciència» [CB, *qüestionari inicial, annex 1.4*], «manca de recursos didàctics en general» [IJ, *qüestionari inicial, annex 1.4*].

En relació a què esperen de l'assignatura, les seves opinions van en la mateixa direcció del que consideren dificultats. Així MG cita el *coneixement de la matèria*: «adquirir una base que em permeti començar a poder transmetre coneixements i descobrir, i recordar aspectes concrets envers l'assignatura» [MG, *qüestionari inicial, annex 1.4*], mentre que CB i IJ fan referència als *recursos didàctics*: «espero aconseguir eines» [CB, *qüestionari inicial, annex 1.4*], «adquirir recursos/eines per treballar a l'aula d'una manera engrescadora i motivadora per als infants» [IJ, *qüestionari inicial, annex 1.4*]. IJ també apel·la a un canvi en les seves concepcions en relació a l'ensenyament de les ciències: «que se'm trenquin esquemes (en sentit positiu)» [IJ, *qüestionari inicial, annex 1.4*]. Aquest darrer desig, reflecteix un interès en aprendre coses noves en didàctica per part de l'estudiant.

9.5.1.3. Consideracions sobre l'ensenyament i l'aprenentatge

Aquest grup considera que la seva opció metodològica respon al treball per projectes i al mètode científic: «a través del treball per projectes i del mètode científic, pretén treballar el moviment dels animals» [*comentari al treball inicial, annex 6*].

Assenyalen repetidament l'enfocament metodològic: «es parteix dels seus propis interessos i idees, és a dir, es posa sobre la taula aspectes a resoldre, a descobrir, de manera vivencial, experimentant, descobrint» [MG, *intervenció al fòrum, annex 2*]. MG, que té menys formació científica prèvia, remarca el valor d'aquests darrers aspectes com a element fonamental de l'aprenentatge: «són aquests els ítems que permeten mantenir la motivació dels nens/es per tal que avancin en els seus aprenentatges i així es pugui arribar allà on es volia» [MG, *intervenció al fòrum, annex 3*].

Altres membres del grup, amb més formació científica, remarquen més l'atenció al pensament científic dels alumnes i a la implicació dels alumnes en l'activitat científica amb la intenció de construir nous coneixements: «hem intentat partir de les idees dels infants, explorar quina era la seva concepció prèvia del que volíem treballar; treballar el que seria la manera de treballar

dels científics (...) hem procurat que el treball fos experimental (...) hem procurat que a través de la formulació de preguntes, el mestre ajudés als infants a pensar i a reflexionar sobre el que estaven observant/els resultats que obtenien per anar construint nous aprenentatges» [II, *intervenció al fòrum, annex 3*].

També assenyalen altres aspectes més vinculats a la gestió de l'aula i a les dinàmiques per promoure interaccions entre alumnes, i més enllà: «hem mirat de potenciar el treball cooperatiu a través de l'establiment de petits grups compensats; hem intentat involucrar la comunitat educativa; hem potenciat el diàleg mestre-alumne i entre l'alumnat com a base de l'aprenentatge» [II, *intervenció al fòrum, annex 3*].

En l'apartat de principis generals assenyalen la: «utilització del treball per projectes com a mètode de treball; utilització del mètode científic com a base de l'aprenentatge de les ciències experimentals, fet que implicarà, partir de les idees/coneixements previs de l'alumnat i utilitzar metodologies experimentals i vivencials» [*comentari al treball inicial, annex 3*]. Com es desprèn d'aquest conjunt de comentari, aquest grup no té una visió dicotòmica de la teoria i la pràctica i no fa esment en cap ocasió a aquest aspecte de l'organització de l'ensenyament. Per contra, citen repetidament el treball per projectes, que vinculen a la investigació científica (elles en diuen “mètode científic”).

A això hi contribueix el fet que tenen una concepció més sofisticada de la ciència. L'experiència investigadora d'una de les membres del grup i una més àmplia formació científica de dues de les tres membres, segurament contribueix a què tinguin més capacitat per representar-se un tipus d'activitat científica escolar més rica: «reproduint dins l'aula els diferents processos que pot seguir la comunitat científica davant d'un procés de recerca. D'aquesta manera, l'experimentació serveix per revisar les idees inicials dels infants tot evidenciant i ampliant els coneixements que ja tenien o ve revisant aquestes idees prèvies i construint nous significats a damunt. Creiem que aquest aspecte és clau alhora de potenciar un aprenentatge que sigui realment significatiu» [*comentari al treball inicial, annex 6*].

És l'únic grup que fa un comentari d'aquest estil i que, explícitament, cita la importància de la relació entre teoria i evidència, i en què des del principi atorguen a l'experimentació un paper de suport a la revisió de les idees i models inicials. Així doncs, la concepció explicitada de ciència que té aquest grup està clarament molt més en sintonia amb els plantejaments més actuals de la filosofia de la ciència, tal com s'han exposat al marc teòric.

També formen part dels seus principis: «prioritzar el treball en petit grup, tot afavorint una estructuració cooperativa d'aquest i l'atenció personalitzada de cadascun dels membres», «fer partícep a tota la comunitat educativa del procés d'aprenentatge», «concebre l'espai d'aprenentatge com un espai flexible i obert (...) més enllà de l'aula (...) utilitzant el laboratori del centre» [*comentari al treball inicial, annex 6*].

També identifiquen uns aspectes generals referits al paper del professorat entre els quals: «tenir molt clars els objectius finals del procés d'aprenentatge per tal de guiar adequadament el procés dels infants; estimular la formulació de preguntes, la presa d'iniciativa en l'organització del treball, la interacció entre els infants, la participació activa de tots ells... Tot fomentant espais de diàleg, considerant les intervencions de tot l'alumnat...; no esperar ni donar respostes com a “última certesa”; construir el coneixement damunt del coneixement previ; cercar experiments adequats als objectius d'aprenentatge fixats; disposar el material (de consulta, de laboratori...) de manera que els infants puguin ser el màxim d'autònoms en el seu ús» [*comentari al treball inicial, annex 6*]. Apareix clarament una concepció constructivista de l'aprenentatge i una visió del coneixement científic com a provisional i no com a certesa definitiva.

En conjunt tenen una concepció més sòlida de la ciència i de l'aprenentatge, la qual cosa els permet configurar-se una representació més rica de l'activitat científica escolar. Això es veu quan exposen una proposta inicial d'estructuració de la dinàmica de les activitats i del conjunt de la seqüència amb les següents fases: pregunta inicial → prendre consciència de les pròpies idees sobre la resposta → formulació d'hipòtesis → planificar la recerca → recerca → obtenció de resultats → interpretació de resultats → comunicació resultats. Es tracta d'un bucle que es pot anar repetint i que acaba donant lloc a un fil narratiu que contribueix a donar continuïtat i coherència al conjunt de la seqüència.

En relació a les experiències escolars pèvies, diuen: «[a Primària] sí que m’interessava. Teníem hort, hivernacle i una petita granja i m’agradava molt treballar-hi. També hi havia una gran laboratori on hi disfrutàvem fent mil i un experiments. Les sortides de camp també eren un goig», «[a Secundària] no vaig disfrutar gaire les ciències. No eren gens “experimentals” com jo estava acostumada. Només vaig disfrutar força a COU on vaig tenir bones professores de geologia i biologia. Vaig patir molt amb la física i la química (...) l’interès el vaig mantenir a través d’una associació mediambiental del poble» [IJ, *qüestionari inicial, annex 1.4*]; «[a Primària] acostumaven a costar-me molt i, de retruc, feien que no m’agradessin gaire. Ara bé, sí que tot el tema més natural físic m’interessava i m’agradava moltíssim», «[a Secundària] de ciències naturals només en fèiem a 1r BUP. Llavors ja ens centràvem en física i química i vaig anar cap a “lletres”, i ja no en vaig fer més. Física i química no m’interessava gaire perquè no entenia res. Ciències naturals crec que vam tenir una bona professora perquè em van interessar molt» [CB, *qüestionari inicial, annex 1.4*]; «[a Primària] quan més m’interessaven era quan fèiem algun experiment, perquè trencava la rutina de les classes, les quals recordo que resultaven avorrides, però no pels continguts sinó per la manera de transmetre’ls»; «[a Secundària] les classes de ciències de preparació al mòdul van ser tipus recordatori de l’EGB (...) reconec que no eren tan motivadores com les viscudes a l’escola quan ens deixaven experimentar de manera directa» [MG, *qüestionari inicial, annex 1.4*].

Manifesten que l’interès continua en aquests moments, ja sigui per continuïtat d’interessos, totes tres membres, o bé per la necessitat que tenen de cara a la futura professió, només MG.

9.5.1.4. Consideracions sobre el disseny de la SAE inicial

Escullen cicle superior perquè en la seva proposta assumeixen que els seus hipotètics alumnes han treballat alguns continguts procedimentals anteriorment: «[cicle superior] moment en què si anteriorment s’ha treballat l’observació directa, la recerca d’informació, la formulació d’hipòtesis...es poden abordar temes amb una certa complexitat» [*comentari al treball inicial, annex 6*].

Valoren amb satisfacció el producte final: «crec que hem fet un bon treball malgrat que faltarien alguns detalls que, per problemes de temps i de manca de coneixements ens han quedat una mica penjats» [CB, *intervenció al fòrum, annex 2*].

Com a punts forts destaquen que la proposta tingui un cert fil narratiu: «el fet de plantejar-ho com un projecte, que es basa en un diàleg constant en petit i gran grup, on s'intenta que hi hagi un treball cooperatiu i unes motivacions que parteixin dels propis infants, i que, a més, té en compte el plantejament d'hipòtesis i el replantejament del camí a seguir» [CB, *intervenció al fòrum, annex 2*].

Els punts febles que assenyalen són: «com que plantegem un treball per projectes, hem hagut d'hipotetitzar constantment sobre el que diríem en el grup en els moments del debat, el que dirien els infants» [CB, *intervenció al fòrum, annex 2*]. Aquest aspecte també és remarcat per una altra membre del grup «sovint hem hagut “d'imaginar” molt. Hem inventat preguntes i respostes sense cap base. No sabem si els infants tenen les idees que nosaltres hem suposat que tenien i no sé si haurien reaccionat com nosaltres ho hem previst» [IJ, *intervenció al fòrum, annex 2*]. Aquests comentaris, mostren un element important del coneixement didàctic d'aquestes membres del grup, que és la capacitat de representar-se les situacions d'aprenentatge que volen crear, i la importància que atorguen a les idees dels alumnes.

Valoren la dinàmica del treball: «personalment realitzar aquest treball m'ha servit per reflexionar molt. M'ha fet pensar força en com ha estat la meva educació en l'àrea de ciències al llarg de tota la meva formació acadèmica (...) m'ha servit per fer-me un munt de preguntes i un munt de reflexions sobre la pràctica docent de les ciències» [IJ, *intervenció al fòrum, annex 2*].

Remarquen la falta inicial d'informació: «de seguida ens vam adonar que necessitàvem un munt d'informació que no coneixíem» [CB, *intervenció al fòrum, annex 2*]. Aquest fet però suposa la possibilitat d'adquirir nous coneixements: «personalment, el fet d'escollir aquest tema de la seqüència m'ha aportat molts coneixements nous» [CB, *intervenció al fòrum, annex 2*], «fer aquest tipus de treball fa prendre més consciència de la quantitat de coses que

es poden extreure d'un sol tema» [MG, *intervenció al fòrum, annex 2*]; «sobre el tema escollit en sabia (i en sabíem) alguna cosa, però no massa» [IJ, *intervenció al fòrum, annex 2*].

Remarquen la proximitat i alhora complexitat del tema: «[és un bon tema a treballar amb els alumnes] perquè tot i que és proper a la realitat del dia a dia, hi ha molts aspectes que si no aprofundeixes en el seu coneixement, només arribes a les conclusions més òbvies i superficials» [MG, *intervenció al fòrum, annex 2*].

En síntesi:

- Dues de les tres membres no manifesten una preocupació pel seu coneixement de la matèria (entès com a ciències), tot i que sí que reconeixen que els cal cercar informació específica sobre el tema de la seqüència. L'altra membre té més dubtes sobre els seus coneixements científics.
- Proposen el treball per projectes com a opció metodològica, entès com una successió de problemes que es van resolent a través de la investigació científica. No fan cap referència rellevant a la dicotomia entre teoria i pràctica.
- Tenen una concepció molt més rica de la ciència experta i, per tant, manifesten una visió més rica i complexa de la ciència escolar.
- Mantenen postulats constructivistes en la seva concepció de l'aprenentatge.

Tot el que hem exposat fins ara permet identificar uns elements mediadors en la planificació de la SAE inicial que assenyalen a la taula 54 i que responen a una part de la pregunta 3.1. Aquests resultats seran utilitzats de nou a l'apartat 9.5.6.

Taula 54. Elements mediadors en la planificació de la SAE inicial del cas 4

Categoria	Elements mediadors
Concepcions i creences sobre la ciència escolar	Generació d'explicacions en base a l'evidència
Concepcions i creences sobre l'aprenentatge	Visió constructivista de l'aprenentatge
Concepcions sobre l'organització de l'ensenyament	Treball per projectes com a successió de problemes a investigar

9.5.2. Sinopsi de la SAE inicial i de la SAE final del cas 4

En aquest apartat es presenten sinòpticament les dues seqüències corresponents al cas 4 per ajudar a contextualitzar els resultats de l'anàlisi dels tipus de tasques, els productes d'activitat científica, el rol dels alumnes, l'estructura global de la seqüència i els patrons d'activitat científica, que s'exposen en apartats següents.

La seqüència d'activitats que planifiquen i revisen les estudiants que conformen el cas 4 tracta del moviment dels animals. Un cop seleccionat el tema, van escollir concentrar-lo en el vol dels ocells.

Dirigeixen la seva proposta a cicle superior, concretament a 6è.

9.5.2.1. Sinopsi de la SAE inicial

A la taula 55 es presenta la sinopsi de la SAE inicial del cas 4. S'hi identifiquen les activitats que el grup planteja, així com els episodis d'activitat identificats i les tasques que hi ha estat assignades.

Taula 55

Sinopsi SAE inicial cas 4

Act.	[<i>episodi</i>] <i>Tasca</i>
A1	[1] <i>Escoltar explicació de la mestra (sobre aspectes epistemològics: preguntes investigables)</i>
	[2] <i>Escoltar explicació de la mestra (sobre aspectes epistemològics: preguntes investigables)</i>
	[3] <i>Formular preguntes</i>
	[4] <i>Respondre a preguntes tancades o generals</i>
	[5] <i>Discutir idees en petit grup</i>
	[6] <i>Posar en comú en gran grup</i>
	[7] <i>Avaluar conjuntament amb la mestra i el grup les pròpies produccions (avaluar preguntes investigables)</i>
	<p>Aquesta primera activitat persegueix tres objectius: reconèixer els coneixements previs de l'alumnat sobre el tema escollit, visualitzar la importància de reformular les preguntes que sorgeixen per tal que siguin investigables i formular preguntes de forma investigable. Per tant apareix una doble preocupació: l'exploració d'idees dels alumnes i la introducció d'aspectes epistemològics (la importància de les preguntes investigables) que han d'ajudar a entendre als alumnes com es procedirà per construir coneixement al llarg de la SAE.</p> <p>L'activitat es desenvolupa amb dos primers episodis ([1] i [2]) en els quals l'alumne primer pren un paper més actiu i després més receptiu. A partir d'aquí promouen que els alumnes formulin possibles preguntes investigables ([3]), i els demanen que exposin el que saben sobre el vol dels ocells a través de <i>respondre a preguntes tancades o generals</i> ([4]).</p> <p>Posteriorment proposen l'intercanvi de coneixements i preguntes ([5] i [6]). Finalment avaluen les propostes fetes pels alumnes sobre les preguntes investigables ([6]).</p>
A2	[8] <i>Escoltar explicació de la mestra (sobre aspectes epistemològics: formular hipòtesis)</i>
	[9] <i>Exposar les pròpies idees a preguntes obertes (formular hipòtesis)</i>
	[10] <i>Proposar mètodes per comprovar idees (en petit grup)</i>
	[11] <i>Elaborar mural recopilatori</i>
	<p>A la segona activitat continua la introducció d'aspectes epistemològics, en aquest cas la formulació d'hipòtesis. També continua l'exploració d'idees. S'atorga als alumnes un paper important com a subjectes que fan propostes per comprovar mètodes. En la descripció es veu com intenten que els alumnes vagin entrant en el rol de científics.</p> <p>La dinàmica comença amb un episodi ([7]) d'escoltar l'explicació de la mestra sobre aspectes epistemològics, concretament, sobre la idea d'hipòtesi. Després es proposa ([8]) exposar les pròpies idees a preguntes obertes, amb preguntes ara més adequades per explorar idees perquè s'han fet molt més concretes sobre aspectes específics del vol dels ocells. El grup també proposa als alumnes que aportin mètodes per comprovar les hipòtesis formulades ([9]). Tot el coneixement expressat es fa públic a través d'<i>elaborar un mural recopilatori</i> ([11]).</p>
A3	[12] <i>Exposar les pròpies idees a preguntes obertes (formular prediccions no justificades)</i>
	[13] <i>Obtenir dades/fets d'un DECV plantejat per la mestra</i>
	[14] <i>Representar informació en format preestablert pels alumnes</i>
	[15] <i>Revisar hipòtesis/prediccions</i>

	<i>[16] Interpretar resultats (amb l'ajuda de preguntes de suport de la mestra)</i>
	<i>[17] Escoltar l'explicació de la mestra (sobre fets, idees i/o conceptes científics)</i>
	L'activitat 3 inicia el tractament de problemes específics que es van desplegant al llarg de tota la seqüència i que el grup imagina que hauran sortit al llarg de les dues primeres activitats. En aquesta activitat es planteja la influència de l'aire en la caiguda dels cossos i l'objectiu és fer veure la influència que té l'aire en la caiguda dels cossos. La dinàmica de l'activitat és: primer [12] <i>exposar les pròpies idees a preguntes obertes</i> a través de prediccions no justificades. Després proposen obtenir dades experimentals a través de ([13]). La informació que n'obtenen es representa a ([14]) i es proposa revisar les hipòtesis i prediccions inicial ([15]). A continuació la mestra ajuda a interpretar el resultat obtingut ([16]) amb l'ajuda de preguntes de suport. Finalment proposen un episodi ([17]) que s'aprofita per introduir conceptes i models explicatius (gravitació, etc.).
A4	<i>[18] Exposar les pròpies idees a preguntes obertes (formular prediccions justificades)</i>
	<i>[19] Obtenir dades/fets d'un DECV plantejat per la mestra</i>
	<i>[20] Representar informació en format preestablert per la mestra (taula)</i>
	<i>[21] Interpretar resultats (amb l'ajuda de preguntes de suport de la mestra)</i>
	<i>[22] Escoltar l'explicació de la mestra (sobre fets, idees i/o conceptes científics)</i>
	<i>[23] Formular hipòtesi per explicar/des d'evidència obtinguda</i>
	L'activitat 4 explora els conceptes de <i>forma aerodinàmica</i> i de <i>resistència dels cossos</i> . La dinàmica és molt similar a l'activitat anterior. S'inicia amb l'elaboració de prediccions justificades ([18]). Seguidament es realitza l'experiència seguint les consignes de la mestra. L'experiència proposa comparar diferents formes per veure què passa quan es bufa amb una canyeta ([19]). La informació obtinguda és registrada ([20]) i s'interpreten els resultats ([21]). Durant aquesta interpretació la mestra introdueix nous conceptes ([22]). En aquest cas apareix un episodi final en què s'aplica el coneixement adquirit a la situació del vol dels ocells a través de formular una hipòtesi ([23]). Es tracta doncs d'aprofitar allò après en l'experimentació per intentar explicar com es produeix el vol dels ocells i, més concretament, quina forma haurien de tenir les ales. Així doncs, usen analogies experimentals que després condueixen cap al problema central que estan tractant.
A5	<i>[24] Exposar les pròpies idees a preguntes obertes (formular prediccions no justificades)</i>
	<i>[25] Realitzar experiments seguint consignes</i>
	<i>[26] Representar informació en format preestablert pels alumnes</i>
	<i>[27] Interpretar resultats (amb l'ajuda de preguntes de suport de la mestra)</i>
	L'activitat 5 serveix per investigar sobre la pressió de l'aire. Comença amb una predicció no justificada ([24]). En aquest cas l'experimentació es fa seguint consignes amb diverses experiències curtes ([25]) i els alumnes registren els resultats a la seva manera ([26]). Finalment apareix un episodi per interpretar els resultats ([27]).
A6	<i>[28] Exposar les pròpies idees a preguntes obertes (formular prediccions no justificades)</i>
	<i>[29] Realitzar experiments seguint consignes</i>
	<i>[30] Representar informació en format preestablert pels alumnes</i>
	<i>[31] Interpretar resultats (amb l'ajuda de preguntes de suport de la mestra)</i>
	L'activitat 6 planteja un nou problema en què es vol vincular la pressió de l'aire amb el vol dels ocells. La

	<p>dinàmica és la mateixa que en l'activitat anterior. Comença amb una predicció no justificada ([28]). En aquest cas l'experimentació es fa seguint consignes amb diverses experiències curtes ([29]) i els alumnes registren els resultats a la seva manera ([30]). Finalment apareix un episodi per interpretar els resultats, ([31]).</p>
A7	<i>[32] Exposar les pròpies idees a preguntes obertes (formular prediccions no justificades)</i>
	<i>[33] Mesurar</i>
	<i>[34] Representar informació en format preestablert per la mestra (taula)</i>
	<i>[35] Interpretar resultats (sense l'ajuda de la mestra)</i>
	<i>[36] Posar en comú en gran grup</i>
	<i>[37] Formular hipòtesi per explicar/des d'evidència obtinguda</i>
	<i>[38] Observar</i>
	<p>L'activitat 7 es centra en el pes dels ossos com a variable que pot incidir en la capacitat de volar que tenen els ocells. A la primera part de l'activitat es proposa explorar comparativament els ossos dels ocells i d'altres animals. La dinàmica que se segueix és semblant a la de les activitats anteriors. Comença amb una predicció no justificada ([32]). En aquest cas l'experimentació es fa seguint les indicacions de la mestra i comporta ([33]) mesurar i registrar els resultats en una taula proporcionada per la mestra ([34]). Això els permet establir el fet que els ossos d'ocells sempre pesen menys que els ossos d'un mamífer d'una mida semblant. En l'experiència han tingut en compte de controlar la variable mida. L'episodi final serveix per proposar interpretacions als resultats obtinguts ([35]), que posteriorment es posen en comú ([36]).</p> <p>La dinàmica de l'activitat continua de manera molt interessant perquè de les interpretacions que han fet als resultats obtinguts, en seleccionen algunes que es poden comprovar i en fan la comprovació ([37]) i ([38]).</p>
A8	<i>[39] Llegir informació subministrada per la mestra (fitxa d'observació)</i>
	<i>[40] Observar</i>
	<i>[41] Representar informació en format preestablert per la mestra (fitxa d'observació)</i>
	<i>[42] Interpretar resultats</i>
	<i>[43] Posar en comú en gran grup</i>
	<i>[44] Formular hipòtesi per explicar/des d'evidència obtinguda</i>
	<i>[45] Realitzar experiments seguint consignes (posant a prova idees amb models analògics)</i>
	<p>L'activitat 8 serveix per treballar les plomes, amb la intenció de diferenciar els tipus de plomes que presenten les aus i ubicar-les en el cos de l'ocell. En aquest cas la dinàmica comença amb un episodi en què els alumnes han de llegir la informació subministrada per la mestra ([39]) per distingir les parts d'una ploma. Després els proposen ([40]) observar diferents plomes i comparar-les, tot registrant les observacions en una fitxa ([41]). La mestra demana que ([42]) interpretin els resultats i que ([43]) posin en comú les interpretacions. Posteriorment la mestra es focalitza en les plomes que serveixen per volar i proposa que exposin les seves idees sobre l'estructura que tenen ([44]). Posteriorment proposa experimentar sobre les idees aparegudes ([45]).</p>
A9	<i>[46] Observar</i>
	<i>[47] Representar informació en format preestablert per la mestra (fitxa d'observació)</i>
	<i>[48] Establir conclusions en gran grup amb les orientacions de la mestra</i>

	<i>[49] Obtenir dades/fets d'un DECV plantejat per la mestra (posant a prova idees amb models analògics)</i>
	<i>[50] Establir conclusions en gran grup amb les orientacions de la mestra</i>
	L'activitat 9 la dediquen a relacionar la forma de les ales amb el tipus de vol. En aquesta activitat hi podem distingir dues parts. Una primera per constatar el fet que diferents ocells, tenen diferents formes d'ales. Aquesta primera part comença amb un episodi per obtenir dades empíriques a través d'observar un video amb diferents vols d'ocells ([46]), els alumnes registren la informació ([47]) en un format preestablert per la mestra, i finalment arriben a conclusions ([48]). La segona part es dedica a fer un experiment per simular l'efecte de les diferents formes de les ales en el vol ([49]). En aquest cas, malgrat no s'explicita que facin un DECV, sí que de la descripció que fan es desprèn que escullen una variable independent i que controlen variables. També repeteixen l'experiment diverses vegades. Al final ([50]) estableixen conclusions en gran grup amb les orientacions de la mestra.
A10	<i>[51] Exposar les pròpies idees a preguntes obertes (formular hipòtesis)</i>
	<i>[52] Realitzar experiments seguint consignes</i>
	<i>[53] Representar informació en format preestablert pels alumnes</i>
	<i>[54] Interpretar resultats (amb l'ajuda de preguntes de suport de la mestra)</i>
	En l'activitat 10 concreten el problema de com els ocells de vol planat poden moure's sense batre les ales. De nou aprofiten una experimentació analògica a través de la construcció d'estels. En aquest cas es retorna a la dinàmica que ja han utilitzat en més d'una ocasió. Comença amb ([51]) l'exposició de les pròpies idees a preguntes obertes, després realitzen experiments seguint consignes ([52]) i representant la informació ([53]). Finalment es planteja la interpretació dels resultats ([54]).
A11	<i>[55] Escoltar l'explicació de la mestra (sobre fets, idees i/o conceptes científics)</i>
	<i>[56] Realitzar experiments seguint consignes</i>
	A l'activitat 11 es planteja l'efecte ascendent de l'aire calent. En aquesta ocasió opten per ([55]) iniciar l'activitat amb una explicació en què la mestra exposa la teoria i, posteriorment, realitzen experiments seguint consignes ([56]).
A12	<i>[57] Elaborar una exposició</i>
	L'activitat 12 comporta ([57]) elaborar una exposició. Aquesta activitat i la següent tenen la voluntat de recopilar i comunicar, així com d'implicar la comunitat educativa.
A13	<i>[58] Comunicar a persones externes</i>
	L'activitat 13 suposa comunicar a persones externes. Aquesta activitat i l'anterior tenen la voluntat de recopilar i comunicar, així com d'implicar la comunitat educativa.

9.5.2.2. Sinopsi de la SAE final

A la taula 56 es presenta la sinopsi de la SAE final. Com a l'anterior s'hi identifiquen les activitats que s'hi plantegen, els episodis d'activitat identificats i les tasques que hi han estat assignades.

Taula 56	
Sinopsi SAE final cas 4	
Act.	<i>[episodi] Tasca</i>
A1	<i>[1] Exposar les pròpies idees a preguntes obertes (idees).</i>
	<i>[2] Discutir idees en petit grup (idees)</i>
	<i>[3] Posar en comú en gran grup (idees)</i>
	La primera activitat de la SAE final es podria gairebé considerar una incorporació perquè només aprofita una breu part de l'activitat 1 de la SAE inicial. Aquesta primera activitat es dirigeix a explorar el pensament científic dels infants en referència al vol dels ocells i, més concretament, fent referència a aquells principis/idees científiques clau que s'han escollit per treballar. Aprofiten l'activitat que van dissenyar per a l'exercici d'exploració d'idees. La plantegen inicialment com una activitat individual i, posteriorment, obren un diàleg en petit i gran grup ([1], [2] i [3]).
A2	<i>[4] Formular preguntes</i>
	<i>[5] Proposar mètodes per comprovar idees</i>
	<i>[6] Escoltar explicació de la mestra (sobre aspectes epistemològics: preguntes investigables)</i>
	<i>[7] Avaluat conjuntament amb la mestra i el grup les pròpies produccions (preguntes investigables, amb criteri didàctic)</i>
	<i>[8] Elaborar mural recopilatori</i>
	<i>[9] Cercar informació (amb problema previ formulat pels propis alumnes)</i>
	La segona activitat de la SAE final es basa en les activitats 1 i 2 de la SAE inicial. Inicien la introducció d'aspectes epistemològics (preguntes investigables) però adoptant una dinàmica diferent. L'activitat comença amb un episodi de formular preguntes ([4]) d'un seguit episodi de proposar mètodes per comprovar idees ([5]). Opten, per tant, per obtenir en primer lloc exemples provinents dels propis alumnes i, a més, vincular la pregunta i la seva resolució científica. A partir d'aquí exposen i treballen el problema epistemològic de les preguntes investigables ([6]) a través de l'explicació de la mestra sobre aspectes epistemològics i ([7]) avaluant conjuntament amb la mestra i el grup les pròpies produccions. En l'avaluació usen criteris didàctics explícits treballats a l'assignatura. Així doncs, han abandonat el conte de Rodari com a recurs i han incorporat noves estratègies obtingudes de les lectures recomanades.
	Els resultats de tot aquest procés d'avaluació es registren en un mural recopilatori ([8]), que es va ampliant progressivament. L'activitat acaba amb un episodi ([9]) de cercar informació però només referit a aquelles preguntes que hagin acordat que han de respondre buscant informació, la qual cosa suposa un ús ben orientat de la tasca de cerca d'informació i ben integrat en un context ACE.

A3	<i>[10] Exposar les pròpies idees a preguntes obertes (formular prediccions no justificades)</i>
	<i>[11] Obtenir dades/fets d'un DECV plantejat per la mestra</i>
	<i>[12] Representar informació en format preestablert per la mestra (taula amb dades quantitatives)</i>
	<i>[13] Raonar sobre els efectes de la modificació d'una variable</i>
	<i>[14] Escoltar explicació de la mestra (sobre aspectes epistemològics: variables dependent i independent)</i>
	<i>[15] Avaluar conjuntament amb la mestra i el grup les pròpies produccions (gràfics)</i>
	<i>[16] Revisar hipòtesis/prediccions</i>
	<i>[17] Interpretar resultats (amb l'ajuda de preguntes de suport de la mestra)</i>
	<i>[18] Establir conclusions en gran grup amb les orientacions de la mestra</i>
<p>L'activitat 3 de la SAE final, com en la SAE inicial, inicia el tractament dels problemes específics que es van desplegant al llarg de tota la seqüència i que el grup imagina que hauran sortit al llarg de les dues primeres activitats. En aquesta activitat es planteja la influència de l'aire en la caiguda dels cossos. Globalment, l'activitat es modifica millorant l'activitat científica i introduint reflexions epistemològiques específiques.</p> <p>La dinàmica de l'activitat comença amb la formulació de prediccions no justificades ([10]). Després proposen obtenir dades experimentals ([11]) que registren a la seva manera ([12]), seguint una proposta general de la mestra, però escollint entre diverses possibilitats. En aquest cas el DECV és plantejat de manera conscient perquè a la taula de dades parlen de variable dependent i de variable independent. El disseny experimental incorpora la mesura i el càlcul estadístic (mitjana de diverses mesures). Incorporen episodis per raonar sobre les evidències empíriques ([13]). La mestra explica els conceptes de variable dependent i variable independent ([14]). També proposen d'avaluar críticament les possibles formes de representar la informació ([15]). Després d'aquests episodis es proposa ([16]) revisar hipòtesis/prediccions i, seguidament, interpretar els resultats obtinguts ([17]) amb l'ajuda de preguntes de suport.</p> <p>Incorporen un nou instrument didàctic per orientar l'activitat dels alumnes i oferir-los més autonomia i capacitat de decisió. Es tracta d'un panell que permetrà anar fent el seguiment de tot el que s'estigui treballant al llarg de la sessió. En aquest plafó hi haurà tant els diferents elements que fan referència a la planificació de l'experimentació com els elements que fan referència a la comunicació dels resultats obtinguts. El panell ens servirà doncs, de suport i pauta per tal que tots els infants puguin seguir el que s'està fent i puguin omplir, sense dificultats, la seva fitxa personal.</p> <p>L'episodi final és ([18]) d'establir conclusions en gran grup amb les orientacions de la mestra que aprofiten per introduir el concepte de gravetat i per discutir explícitament algunes de les idees que han obtingut en l'exercici d'exploració de les idees dels alumnes.</p>	
A4	<i>[19] Exposar les pròpies idees a preguntes obertes (formular prediccions no justificades)</i>
	<i>[20] Identificar variables (dependent, independent, de control)</i>
	<i>[21] Formular preguntes (seguint pauta escrita)</i>
	<i>[22] Obtenir dades/fets d'un DECV plantejat per la mestra</i>
	<i>[23] Representar informació en format preestablert pels alumnes</i>
	<i>[24] Interpretar resultats (amb l'ajuda de preguntes de suport de la mestra)</i>
	<i>[25] Escoltar l'explicació de la mestra (sobre fets, idees i/o conceptes científics)</i>
	<i>[26] Formular hipòtesi per explicar/des d'evidència obtinguda</i>

	<p>L'activitat 4 de la SAE final és una modificació de l'activitat 4 de la SAE inicial, però incorpora alguns aspectes epistemològics. La dinàmica és molt similar a l'activitat anterior. S'inicia amb l'elaboració de prediccions no justificades ([19]). La novetat és la incorporació d'un episodi en què proposen als alumnes identificar variables ([20]). L'atenció a aspectes epistemològics continua en l'episodi següent en què els alumnes han de ([21]) formular preguntes a partir d'estructures facilitades per la mestra. Un cop formulat el problema, el desenvolupament de l'activitat continua igual que en l'activitat 4 de la SAE inicial: generar dades, establir fets i interpretar ([22], [23] i [24]). Seguidament es realitza l'experiència tenint en compte el control de variables. Durant la interpretació la mestra introdueix nous conceptes ([25]).</p> <p>Finalment apareix un episodi en què s'aplica el coneixement adquirit en l'experiència a la situació del vol dels ocells a través de formular una hipòtesi ([26]).</p>
A5	<i>[27] Exposar les pròpies idees a preguntes obertes (formular prediccions no justificades)</i>
	<i>[28] Realitzar experiments seguint consignes</i>
	<i>[29] Representar informació en format preestablert pels alumnes</i>
	<i>[30] Interpretar resultats (amb l'ajuda de preguntes de suport de la mestra)</i>
	<p>L'activitat 5 de la SAE final és bàsicament la mateixa que l'activitat 5 de la SAE inicial. Es desenvolupa igual però precisen alguns aspectes. Comença amb una predicció no justificada ([27]). En aquest cas l'experimentació es fa seguint consignes amb diverses experiències curtes ([28]) i els alumnes registren els resultats a la seva manera ([29]). Finalment apareix un episodi per interpretar els resultats ([30]).</p>
A6	<i>[31] Exposar les pròpies idees a preguntes obertes (formular prediccions no justificades)</i>
	<i>[32] Realitzar experiments seguint consignes</i>
	<i>[33] Representar informació en format preestablert per la mestra</i>
	<i>[34] Interpretar resultats (amb l'ajuda de preguntes de suport de la mestra)</i>
	<p>L'activitat 6 de la SAE final és el resultat de la modificació de l'activitat 6 de la SAE inicial. Planifiquen la gestió de l'aula i l'activitat, sobretot el paper del nen, en funció del coneixement que saben que tenen els alumnes, fruit dels resultats de la seva exploració de les idees dels alumnes. La dinàmica és la mateixa que en l'activitat anterior. Comença amb una predicció no justificada ([31]). En aquest cas l'experimentació es fa seguint consignes amb diverses experiències curtes ([32]) i els alumnes registren els resultats a la seva manera ([33]). Finalment apareix un episodi per interpretar els resultats ([34]).</p>
A7	<i>[35] Identificar variables (dependent, independent, de control)</i>
	<i>[36] Exposar les pròpies idees a preguntes obertes (formular prediccions no justificades)</i>
	<i>[37] Mesurar</i>
	<i>[38] Representar informació en format preestablert per la mestra (taula)</i>
	<i>[39] Interpretar resultats (sense l'ajuda de la mestra)</i>
	<i>[40] Posar en comú en gran grup (idees)</i>
	<i>[41] Formular hipòtesi per explicar/des d'evidència obtinguda</i>
	<i>[42] Observar</i>
<p>L'activitat 7 de la SAE final és la modificació de la SAE inicial. En aquest cas es manté l'estructura de fons però s'introdueix un nou episodi inicial que reforça el treball fet sobre la identificació de variables, la qual cosa enriqueix l'ACE. L'activitat s'inicia amb ([35]) una tasca d'identificar variables. Aquest grup ja feia un</p>	

	<p>control de variables, però ara l'incorporen explícitament com a contingut a comprendre i aplicar per part dels alumnes. Per tant es consolida el fet que el grup treballa la dimensió epistemològica de la ciència escolar.</p> <p>A continuació la dinàmica és la mateixa que en l'activitat anterior. Comença amb una predicció no justificada ([36]). En aquest cas l'experimentació es fa seguint les indicacions de la mestra i comporta ([37]) mesurar i fer que els alumnes registrin els resultats en una taula proporcionada per la mestra ([38]). Això els permet establir el fet que els ossos d'ocells sempre pesen menys que els ossos d'un mamífer de la mateixa mida. En l'experiència han tingut en compte de controlar la variable mida. L'episodi final serveix per proposar interpretacions als resultats obtinguts ([39]), que posteriorment es posen en comú ([40]).</p> <p>La dinàmica de l'activitat continua de manera molt interessant perquè de les interpretacions que han fet als resultats obtinguts, en seleccionen algunes que es poden comprovar i en fan la comprovació ([41] i [42]).</p>
A8	<p>[43] Llegir informació subministrada per la mestra (sobre fets, idees i/o conceptes científics)</p> <p>[44] Observar</p> <p>[45] Representar informació en format preestablert per la mestra (fitxa d'observació)</p> <p>[46] Interpretar resultats</p> <p>[47] Cercar informació (per verificar hipòtesi)</p> <p>[48] Planificar i portar a terme un DECV</p> <p>[49] Representar informació en format preestablert pels alumnes</p> <p>[50] Establir conclusions</p> <p>L'activitat 8 serveix per treballar les plomes amb la intenció de diferenciar els tipus de plomes que presenten les aus i ubicar-les en el cos de l'ocell. La dinàmica comença amb un episodi en què els alumnes han de llegir la informació subministrada per la mestra ([43]) per distingir les parts d'una ploma. Després els proposen ([44]) observar diferents plomes i comparar-les, tot registrant les observacions en una fitxa ([45]). La mestra demana interpretar els resultats ([46]).</p> <p>Les modificacions de l'activitat comencen a partir d'aquí. Apareix un episodi ([47]) de cerca d'informació per tal de planificar un disseny experimental posterior ([48]), per obtenir dades i establir fets experimentals ([49] i [50]). Afegeixen un element que és comprovar si les plomes són flexibles tal com havien suggerit els nens en l'exploració inicial. El coneixement del pensament dels alumnes enriqueix moltíssim la seqüència i la fa més real.</p> <p>És molt significativa la incorporació del disseny experimental per part dels alumnes, perquè els dóna autonomia perquè els alumnes hauran de prendre decisions sobre què canviar, què mesurar, què controlar, etc.</p>
A9	<p>[51] Planificar i portar a terme un DECV</p> <p>[52] Representar informació en format preestablert pels alumnes</p> <p>[53] Establir conclusions</p> <p>[54] Avaluar conjuntament amb la mestra i el grup les pròpies produccions (planificació de DECV)</p> <p>L'activitat 9 de la SAE final és una modificació de l'activitat 9 de la SAE inicial. També incorporen la planificació de dissenys experimentals per part dels alumnes. Així l'activitat comença amb un primer episodi ([51]) de planificar i portar a terme un DECV. A partir d'aquí estableixen els fets a partir de les dades recollides ([52]) i finalment arriben a conclusions amb ([53]). El grup valora el treball de la dimensió epistemològica i del metaconeixement científic, i per tant proposa un episodi final d'avaluació de les pròpies</p>

	produccions ([54]). Han eliminat el visionat de DVD, tot i que era una bona proposta per recollir dades a partir de la realitat.
A10	[55] Realitzar experiments seguint consignes
	[56] Interpretar resultats (amb l'ajuda de preguntes de suport de la mestra)
	L'activitat 10 de la SAE final és la modificació de l'activitat 10 de la SAE inicial. Han reduït el nombre d'episodis que han quedat en ([55]) realitzar experiment seguint consignes i ([56]) interpretar resultats. L'activitat l'han modificada sobretot en base a idees dels alumnes que ara coneixen i que apareixen en la seva activitat d'exploració.
A11	[57] Realitzar experiments seguint consignes
	[58] Interpretar resultats (amb l'ajuda de preguntes de suport de la mestra)
	L'activitat 11 de la SAE final és una modificació de l'activitat 11 de la SAE inicial. Plantegen ([57]) realitzar experiment seguint consignes, i posteriorment, ([58]) interpretar resultats. L'episodi que a la versió inicial era una exposició d'idees per part de la mestra, ara continua així però la voluntat de fons és discutir la idea de corrents d'aire que tenen els alumnes. Tornen a utilitzar les idees dels alumnes de l'activitat exploratòria.
A12	[59] Elaborar una exposició
	L'activitat 12 de la SAE final és una modificació, només en precisió, de la mateixa activitat 12 a la SAE inicial. Es tracta d'elaborar una exposició ([59]). En la precisió que introdueixen posen l'èmfasi en la dimensió avaluadora que pot tenir l'activitat.
A13	[60] Comunicar a persones externes
	L'activitat 13 de la SAE final només incorpora alguna petita precisió respecte l'activitat 13 de la SAE inicial.

10.5.2.3. Canvis globals de la SAE final respecte la SAE inicial

A la taula 57 es mostren els tipus de canvis globals que apareixen a la SAE final com a resultat del procés de revisió de la SAE inicial.

Tipus de modificació	n
Incorporació	0
Eliminació	0
Modificació	13
Canvi d'ordre	0

Com es pot observar el conjunt de la seqüència es manté molt semblant, i el canvi global més utilitzat són les modificacions de les activitats ja proposades. En major o menor mesura, totes les activitats han estat modificades.

Entre les activitats més modificades hi ha la primera activitat, d'exploració sobre el vol dels ocells, que gairebé es podria considerar una incorporació perquè només aprofita una petita part de la primera activitat de la SAE inicial. En altres casos les modificacions són menors.

9.5.3. Canvis i continuïtats en els tipus de tasques

Amb els resultats que presentem en aquest apartat es dona resposta a les preguntes 1.1.1, 1.2.1, i també a la pregunta 2 per a aquesta dimensió d'anàlisi. Al final de l'apartat es destaquen i sintetitzen els resultats en una taula-resum.

9.5.3.1. Consideracions generals

La SAE inicial del cas 4 ha permès caracteritzar 58 episodis en les 13 activitats que el grup ha proposat i descrit (annex 6). La mitjana de la distribució d'episodis per activitat és de 4.5, amb un màxim de 7 episodis per activitat. En aquest cas s'han identificat molts més episodis que en cap altre dels casos analitzats.

També és el cas que utilitza més tipus de tasques diferents. Concretament usa 23 tipus diferents de tasques per cobrir els 58 episodis d'activitat dels alumnes, la qual cosa permet atribuir un índex de diversitat de 0.39 (taula 51). Aquest índex de diversitat tant baix, suposa que usen reiteradament un cert nombre de tasques (taula 58).

Taula 58						
	Nº activitats	Nº episodis	Mitjana d'episodis per activitat	Màxim d'episodis per activitat	Nº de tasques diferents	Índex de diversitat
SAE inicial	13	58	4.5	7	23	0.39
SAE final	13	61	4.7	10	26	0.43

A la SAE final, s'han caracteritzat 61 episodis (3 episodis més que en la SAE inicial) en les 13 activitats (les mateixes) que el grup ha proposat i descrit. La mitjana de la distribució d'episodis per activitat és de 4.7, amb un màxim de 10 episodis per activitat.

Utilitzen 26 tipus de tasques diferents per cobrir els 61 episodis d'acció dels alumnes, la qual cosa permet atribuir un índex de diversitat de 0.43 (taula 58). L'índex de diversitat ha augmentat una mica en relació a la SAE inicial.

En general no hi ha massa canvis globals en relació a les tasques utilitzades.

9.5.3.2. Tipus de tasques i relació entre tasques ACE i tasques prestades

A la SAE inicial la tasca que predomina més és *exposar les pròpies a idees preguntes obertes* (8 episodis, 13.8%), seguida de *interpretar resultats* i *escoltar l'explicació de la mestra* (amb 6 episodis cadascuna, 10.3% del total), i *realitzar experiments seguint consignes* (amb 5 episodis, 8.6%) (taula 52).

Taula 59

Tipus de tasques en les SAE del cas 4		
Tipus d'activitat	SAE inicial	SAE final
Interpretar resultats	6	7
Exposar les pròpies idees a preguntes obertes	8	6
Realitzar experiment seguint consignes	5	4
Representar informació en format preestablert per la mestra	4	4
Representar informació en format preestablert pels alumnes	4	4
Escoltar l'explicació de la mestra	6	3
Avaluar conjuntament amb la mestra i el grup les pròpies produccions	1	3
Observar	3	2
Posar en comú en gran grup	3	2
Formular preguntes	1	2
Obtenir dades/fets d'un DECV plantejat per la mestra	1	2
Formular hipòtesi per explicar/des d'evidència obtinguda	3	3
Establir conclusions en gran grup amb les orientacions de la mestra	2	1
Mesurar	1	1
Llegir informació subministrada per la mestra	1	1
Proposar mètodes per comprovar idees	1	1
Respondre a preguntes tancades o generals	1	0
Elaborar mural recopilatori	1	1
Elaborar una exposició	1	1
Comunicar a persones externes	1	1
Revisar hipòtesis/prediccions	1	1
Discutir idees en petit grup	1	1
Obtenir dades/fets d'un DECV plantejat per la mestra	2	0
Planificar i portar a terme un DECV	0	2
Cercar informació	0	2
Establir conclusions	0	2
Identificar variables	0	2
Raonar sobre els efectes de la modificació d'una variable	0	1
Establir relacions entre coneixements	0	1

Total d'episodis	58	61
Total de tasques	23	26
Índex de diversitat	0.39	0.43
Amb fons gris les tasques considerades tasques prestades Amb fons morat les tasques que desapareixen a la SAE final Amb fons lila les tasques que apareixen a la SAE final		

A la SAE final el tipus d'activitat predominant és *interpretar resultats* (7 episodis, 11,5%) seguida d'*exposar les pròpies idees a preguntes obertes* (6 episodis, 9,8%).

Eliminen dos tipus d'activitats: *respondre a preguntes tancades o generals* que hem identificat com a tasca prestada, i *obtenir dades/fets d'un DECV plantejat per la mestra* que l'hem considerat tasca ACE, la qual és compensada per un augment de la tasca *obtenir dades/fets d'un DECV plantejat per la mestra*. Es pren consciència, per tant, de la necessitat d'un control explícit de les variables durant l'experimentació, que a la SAE inicial no hi era present.

En aquesta mateixa línia és molt significativa la incorporació de la tasca *planificar i portar a terme un DECV* que, juntament amb *identificar variables*, suposa una implicació dels alumnes en la presa de decisions sobre com investigar un determinat problema a través del disseny experimental amb control de variables. Així doncs, el DECV passa de ser usat només per la mestra (i sense control de variables) a ser usat d'una manera més rigorosa i tracta com un contingut en ell mateix, sobre el qual es planifiquen i plantegen activitats específiques.

Juntament a aquestes dues tasques s'incorporen 4 tasques més, tres de les quals es poden considerar ACE i una prestada.

A la SAE inicial, tal com es pot observar a la figura 53, hi ha un predomini de tasques ACE per sobre de les tasques prestades.

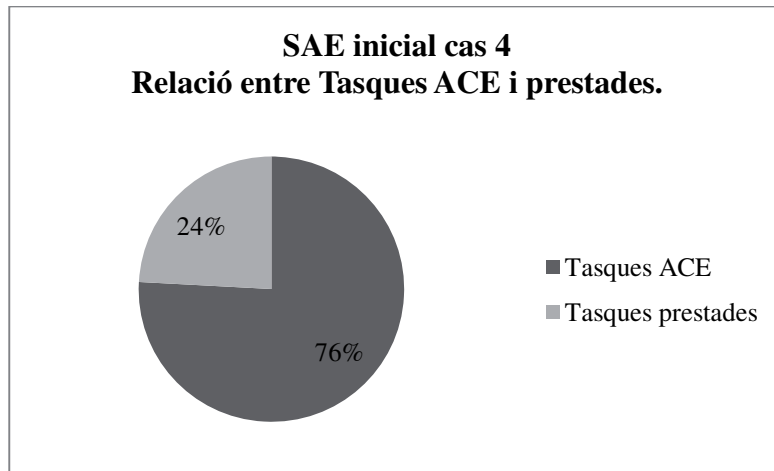


Figura 53

A la SAE final s'accentua el predomini de les tasques ACE sobre les tasques prestades (figura 54).

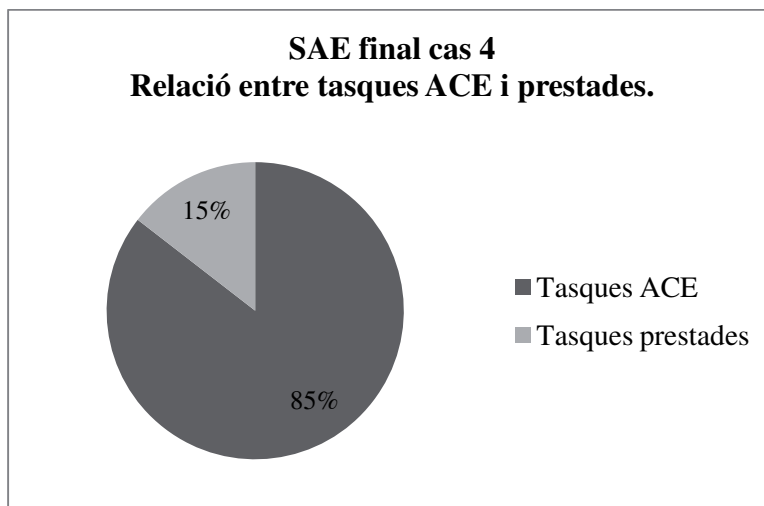


Figura 54

En base a aquests resultats podem respondre, per al cas 4, les preguntes de recerca 1.1.1, 1.2.1 i 2.

Pregunta 1.1.1: Quin tipus de tasques vinculades a l'activitat científica introdueixen els estudiants en la planificació de la seva SAE inicial?

- Utilitzen un nombre molt elevat de tasques diferents (n=23).
- Hi ha un predomini de les tasques ACE per sobre de les tasques prestades.
- Les tres tasques més representades són: *exposar les pròpies a idees preguntes obertes interpretar resultats i escoltar l'explicació de la mestra.*
- L'índex de diversitat és molt baix (ID= 0.39). Això suposa que usen reiteradament un mateix tipus de tasques.

Pregunta 1.2.1: Quin tipus de tasques vinculades a l'activitat científica introdueixen els estudiants en la planificació de la seva SAE final?

- En la SAE final hi ha 26 tipus de tasques diferents.
- Predominen les tasques ACE per sobre les tasques prestades.
- Les dues tasques més representatives són: *interpretar resultats i exposar les pròpies idees a preguntes obertes.*
- L'índex de diversitat augmenta una mica (ID= 0.43), però continua essent baix, de manera que es pot afirmar que usen reiteradament un mateix tipus de tasques.

Pregunta 2: Quins canvis i quines continuïtats s'identifiquen en les categories analitzades (*tipus de tasques*) entre la SAE inicial i la SAE final?

- Es produeix un enriquiment en el nombre de tasques diferents que el grup té en el seu repertori. Incorporen i eliminen tasques ACE, però també tasques prestades.
- Hi ha un augment important del percentatge de tasques ACE, i una disminució de les tasques prestades.
- L'índex de diversitat es manté molt similar i això vol dir que el grup té una tendència a organitzar l'activitat a partir de l'ús reiterat d'un determinat tipus de tasques.

9.5.4. Canvis i continuïtats en els productes d'activitat científica i en el rol dels alumnes

Amb els resultats que presentem en aquest apartat responem a les preguntes de recerca 1.1.2 i 1.1.3, 1.2.2 i 1.2.3, i a la pregunta 2 per a aquestes dimensions d'anàlisi. Al llarg de l'apartat s'ofereixen diverses taules-resum amb els resultats més destacats.

A la SAE inicial dels 58 episodis identificats, 51 han estat categoritzats segons els *productes d'activitat científica* i el *rol dels alumnes*, donat que els episodis [5] i [6] s'han unit a l'episodi [4], l'episodi [11] a l'episodi [10], el [36] al [35], el [43] al [42], el [48] al [47] i els episodis [58] i [57], formant-ne un de sol, donat que no aporten cap novetat rellevant en relació a les dimensions analitzades (taula 60).

Taula 60					
Cas 4. SAE inicial. Freqüència absoluta (% respecte el total d'episodis)					
	Reproductor	Receptiu	Actiu	Productiu	Total
	Passiu				
Dades	0	0	9 (17,6%)	0	9 (17,6%)
Fets	1 (1,9%)	1 (1,9%)	10 (19,6%)	7 (13,7%)	19 (37,2%)
Idees	0	3 (5,9%)	6 (11,8%)	8 (15,7%)	17 (33,3%)
Mètodes	0	0	0	0	0
Dim. Epist.	0	2 (3,9%)	2 (3,9%)	2 (3,9%)	6 (11,8%)
Totals	1 (1,9%)	6 (11,8%)			51 (100%)
		7 (13,7%)	27 (52,9%)	17 (33,3%)	

Si ens fixem en les categories dels *productes d'activitat científica* podem observar que predomina la categoria *fets* (19 episodis, 37.2% del total), seguida molt de prop de la categoria *idees* (17 episodis, 33.3%). A més distància apareixen les categories *dades* (9 episodis, 17.6%) i *dimensió epistèmica* (6 episodis, 11.8%). No apareix la categoria *mètodes*.

Hi ha un bon equilibri entre la categoria *fets* i la categoria *idees*, i en canvi hi ha molt desequilibri entre la categoria *dades* i la categoria *fets*. Hi ha una presència considerable de la categoria *dimensió epistèmica*, la major de tots els grups analitzats.

Si ens fixem en el *rol dels alumnes*, observem que la categoria més representada és *actiu* (amb 27 episodis, 52,9% del total). La segona més representada és *productiu* (17 episodis, 33,3%) i finalment apareix la categoria *passiu* (7 episodis, 13,7%), amb 6 episodis considerats *receptius* (11,8%) i un episodi considerat *reproductor* (1,9%).

En base a aquests resultats podem respondre, per al cas 4, les preguntes de recerca 1.1.2 i 1.1.3.

Pregunta 1.1.2: Quins tipus de productes de l'activitat científica apareixen a la SAE inicial?

A la SAE inicial hi ha:

- un predomini clar de la categoria *fets*.
- un desequilibri important entre la categoria *dades* i la categoria *fets*,
- un equilibri considerable entre la categoria *idees* i la categoria *fets*.
- Una presència important de la categoria *dimensió epistèmica*.

Pregunta 1.1.3: Quin rol s'atorga als alumnes en el desenvolupament de les tasques en la SAE-inicial?

A la SAE inicial:

- hi ha un predomini clar de la categoria *actiu*,
- la categoria *productiu* també apareix molt ben representada.
- La categoria *passiu* té una representació mínima.

A la SAE final, dels 61 episodis identificats, 58 episodis han estat categoritzats segons els *productes d'activitat científica* i el *rol dels alumnes*, donat que els episodis [3], [41] i [61] s'han unit respectivament als episodis [2], [40] i [60], perquè que no aportaven nova informació rellevant en relació a les variables analitzades (taula 61).

Taula 61					
Cas 4. SAE final. Frequència absoluta (% respecte el total d'episodis)					
	Reproductor	Receptiu	Actiu	Productiu	Total
	Passiu				
Dades	0	0	6 (10,3%)	2 (3,4%)	8 (13,8%)
Fets	0	1 (1,7%)	9 (15,5%)	11 (18,9%)	21 (36,2%)
Idees	0	1 (1,7%)	4 (6,9 %)	12 (20,7%)	17 (29,3%)
Mètodes	0	0	0	0	0
Dim. Epist.	0	2 (3,4%)	2 (3,4%)	8 (13,8%)	12 (20,7%)
Totals	0	4 (6,9%)			58 (100%)
		4 (6,9%)	21 (36,2%)	33 (56,9%)	

Si ens fixem en les categories dels *productes d'activitat científica* observem que predomina la categoria *fets* (21 episodis, 36.2% del total), seguida molt de prop per la categoria *idees* (17 episodis, 29.3%). Després apareixen les categories *dimensió epistèmica* (12 episodis, 20,7%) i *dades* (8 episodis, 13.8%).

Es manté el desequilibri entre la categoria *dades* i la categoria *fets*, i el relatiu equilibri entre la categoria *fets* i la categoria *idees*. No hi ha canvis molt significatius en aquesta variable, excepte per l'increment considerable de la categoria *dimensió epistèmica*. Com en la SAE inicial, no apareix la categoria *mètodes*.

Si ens fixem en la dimensió *rol dels alumnes*, observem que ara la categoria més representada és *productiu* (amb 33 episodis, 56,9% del total). La segona més representada és *actiu* (21 episodis, 36,2%) i finalment, a molta distància, la categoria *passiu* (4 episodis, 6,9%) que només conté episodis considerats *receptius*, donat que la categoria *reproductor* ha desaparegut i no està representada. En aquesta variable, doncs, sí que es produeix un canvi rellevant, que es concreta en la una tendència a promoure una ACE amb un rol més productiu per part dels alumnes.

La taula 62, mostra les variacions qualitatives entre ambdues seqüències.

Taula 62					
Cas 4. Variació qualitativa entre la SAE inicial i la SAE final					
	Reproductor	Receptiu	Actiu	Productiu	Total
	Passiu				
Dades			↓	△	↓
Fets	∅	↓	↓	↑	↓
Idees		↓	↓	↑	↓
Mètodes					
Dim. Epist.		↓	↓	↑	↑
Totals	∅	↓			
	↓		↓	↑	

Els canvis més destacables són: (i) la desaparició de la categoria *reproductor*, i la disminució de les categories *passiu* i *actiu*, (ii) l'augment de la categoria *productiu* i (iii) l'augment de la categoria *dimensió epistèmica*.

En base a aquests resultats podem respondre, per al cas4, les preguntes de recerca 1.2.2, 1.2.3 i 2.

Pregunta 1.2.2: Quins tipus de productes d'activitat científica apareixen a la SAE final?

A la SAE final hi ha:

- un predomini de la categoria *fets*.
- un considerable desequilibri entre la categories *dades* i la categoria *fets*.
- un equilibri entre la categoria *fets* i la categoria *idees*.
- una presència important de la categoria *dimensió epistèmica*.

Pregunta 1.2.3: Quin rol s'atorga als alumnes en el desenvolupament de les tasques a la SAE final?

A la SAE final:

- predomina la categoria *productiu*, seguida de la categoria *actiu*.
- La categoria *passiu* té molt poca presència.

Pregunta 2: Quins canvis i quines continuïtats s'identifiquen en les categories analitzades (*productes d'activitat científica* i *rol dels alumnes*) entre la SAE inicial i la SAE final?

- La categoria *fets* es manté dominant en ambdues SAE.
- Es manté el desequilibri entre les categories *dades* i *fets*, i l'equilibri entre les categories *fets* i *idees*.
- La categoria *dimensió epistèmica* té una presència més destacada a la SAE final.
- Es produeix un canvi en el rol dels alumnes que passa d'*actiu* a *productiu*.
- Disminueixen les categories *actiu* i *passiu*.

9.5.5. Canvis i continuïtats en l'estructura i els patrons d'activitat científica

En els següents apartats s'ofereixen els resultats en relació a les preguntes de recerca 1.1.4, 1.2.4 i a la pregunta 2 per a aquestes dimensions d'anàlisi, que sintetitzem en una taula-resum al final de l'apartat.

9.5.5.1. Estructura i patrons d'activitat científica a la SAE inicial

L'estructura de la SAE inicial es representa de manera simplificada a la figura 55.

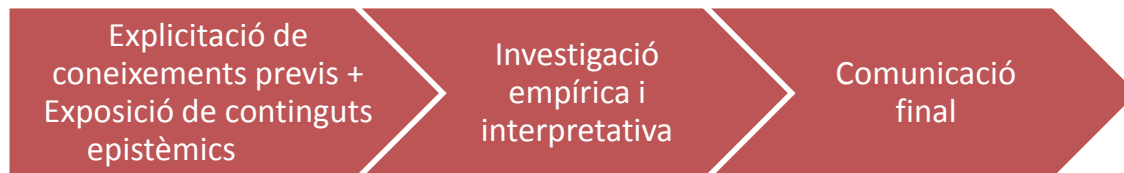


Figura 55. Estructura de la SAE inicial del cas 4

En l'estructura global de la SAE inicial hi hem distingit tres fases. Les tasques que configuren la primera fase persegueixen dues finalitats: explicitar els coneixements inicials dels alumnes sobre diversos aspectes relacionats amb el vol dels ocells, i introduir continguts epistèmics. El grup resol aquesta doble finalitat en aquestes primeres activitats a través de la interrelació de tasques vinculades a una o altra finalitat, com es veurà en la taula on es presenten els patrons d'activitat científica escolar.

La segona fase, que és la més àmplia de totes conté activitats amb tasques vinculades a la investigació empírica i interpretativa. Per tant, no es tracta d'una investigació exclusivament empírica, com sol donar-se en les SAE inicials dels altres casos analitzats, sinó que es vehiculen pràctiques d'activitat científica pròpies de l'àmbit de les dades i dels fets i tasques pròpies de l'àmbit de les idees i els models.

Finalment, la seqüència acaba amb una fase de comunicació. En aquest cas la comunicació es dirigeix a les famílies i al conjunt de la comunitat, i no als propis alumnes del grup-classe.

A la taula 63 es mostren els patrons d'ACE identificats en la SAE inicial del cas 4, que permet una caracterització més precisa de l'activitat científica que es proposa als alumnes.

Taula 63. Patrons d'ACE a la SAE inicial del cas 4			
Episodis	Pràctiques i rol	Patrons	Descripció breu de les tasques
1	AC	Patró Epist.	Activitat 1 Introducció de continguts epistèmics (formulació de preguntes) i exploració de coneixements previs amb preguntes generals
2	PA		
3	PR		
4	PA		
5			
6			
7	AC		
8	PA	Patró Epist.	Activitat 2 Introducció de coneixements previs (formulació d'hipòtesis) i exploració dels models inicials dels alumnes
9	PR	Patró EX	
10	PR		
11			
12	PR	Patró P-DF-R-I	Activitat 3 Investigació sobre la influència de l'aire en la caiguda dels cossos
13	AC		
14	PR		
15	PR		
16	AC		
17	PA		
18	PR	Patró P-DF-I	Activitat 4 Investigació sobre la forma aerodinàmica i la resistència dels cossos
19	AC		
20	AC		
21	AC		
22	PA		
23	PR	Patró H	Activitat 5 Investigació sobre la pressió de l'aire
24	PR	Patró P-DF-I	
25	AC		
26	AC		
27	AC		
28	PR	Patró P-DF-I	Activitat 6 Vinculació entre la pressió de l'aire i el vol dels ocells
29	AC		
30	AC		
31	AC		

32	PR	Patró P-DF-I	Activitat 7 Investigació sobre el pes dels ossos com a variable que pot afectar el vol dels ocells
33	AC		
34	AC		
35	PR		
36	PR		
37	PR	Patró H-F	Activitat 8 Investigació sobre els tipus de plomes
38	PR		
39	PA	Patró DF-I	
40	AC		
41	AC		
42	PR		
43	PR		
44	PR	Patró H-F	
45	AC		
46	AC	Patró DF	
47	AC		
48	AC		
49	AC	Patró DF	
50	AC		
51	PR	Patró H-DF-I	Activitat 10 Investigació sobre el vol planat
52	AC		
53	AC		
54	AC		
55	PA	Patró Expl-Fet directe	Activitat 11 Comprovació de l'efecte ascendent de l'aire calent
56	AC		
57	AC	Patró COM	Activitat 12 Elaboració d'una exposició
58	AC		Activitat 13 Comunicació a persones externes

Com s'observa en la taula anterior, la SAE inicial del cas 4 mostra la presència de molta activitat científica en què els alumnes hi tenen un paper actiu i productiu, i que es concreta en una gran diversitat de patrons d'ACE.

A diferència de tots els altres casos, aquest cas inicia la seqüència amb un *patró Epist.* en què la mestra presenta com a contingut el concepte de pregunta investigable. Així doncs, la SAE comença situant la importància de les preguntes en qualsevol investigació científica. Aquesta preocupació per la dimensió epistemològica, fa que a la segona activitat es plantegi l'exploració de les idees inicials dels alumnes sobre el vol dels ocells a partir de combinar un *patró Epist.* amb un *patró EX.* La combinació és molt coherent perquè introdueixen un contingut de caràcter epistemològic, la formulació d'hipòtesis, prèviament a què explorin els models dels alumnes a través de fer-los explicitar les seves hipòtesis sobre el vol dels ocells. La combinació d'ambdós patrons enriqueix molt l'activitat científica que plantegen als alumnes, perquè estableixen un vincle entre els continguts conceptuals que volen tractar i el fet d'aprendre sobre la ciència.

A partir d'aquest inici i en la resta de la SAE inicial, el grup usa reiteradament una sèrie de patrons, la qual cosa és coherent amb un valor baix de l'índex de diversitat. El *patró* que vertebrava la SAE és clarament el *patró P-DF-I*, que apareix com a tal en quatre ocasions. La resta de patrons que apareixen es poden considerar modificacions d'aquest. Així, apareix el *patró P-DF-R-I*, que és igual que l'anterior però que incorpora un moment de revisió de les prediccions inicials abans de passar a la interpretació del fenomen. També apareix el *patró H-DF-I*, en què enlloc de proposar als alumnes que formulin una predicció, se'ls proposa que formulin una hipòtesi.

Com a patrons més simples aquest grup també presenta el *patró DF* que apareix en dues ocasions i serien els únics moments en tota la SAE en què l'ACE queda restringida a l'àmbit de les dades i els fets. Una variant més rica d'aquest *patró*, seria el *patró DF-I* en què, al final, es planteja una tasca vinculada a la interpretació del fenomen establert.

És especialment rellevant que esmentem el fet que en aquest cas apareixen una sèrie de patrons que no han aparegut en cap dels casos anteriors, i que serien: *patró H*, *patró H-F* i *patró Explicació-Fet directe*.

En el *patró H*, es proposa als alumnes que formulin una hipòtesi per explicar un fenomen concret (el vincle entre la forma de les ales i el vol en els ocells). Aquest patró és interessant perquè apareix després d'una investigació breu sobre les formes aerodinàmiques i la resistència dels cossos a l'aire, en què usen materials diversos per experimentar. Així doncs, la hipòtesi que es demana als alumnes pot sostenir-se en els fets i models teòrics establerts en la investigació prèvia.

En el cas del patró H-F també ens trobem amb una dinàmica interessant perquè de les interpretacions obtingudes just en la tasca anterior, en seleccionen algunes i les posen a prova experimentalment. Es tracta d'un enfocament més hipotètico-deductiu, que no és usat en cap altre grup.

El patró *Explicació-Fet directe*, el considerem més simple. Es tracta d'un enriquiment del patró *Fet directe* en què enlloc d'establir el fet sense cap problematització ni explicació prèvia, en aquest cas, s'estableixen els fets a través de la realització d'experiments seguint consignes però després d'una explicació teòrica i d'una problematització que planteja la mestra.

Al final de la seqüència i com a cloenda apareix el *patró COM*.

9.5.5.2. Estructura i patrons d'activitat científica a la SAE final

L'estructura i els patrons d'activitat científica corresponents a la SAE final es presenten, respectivament, a la figura 56 i a la taula 64.

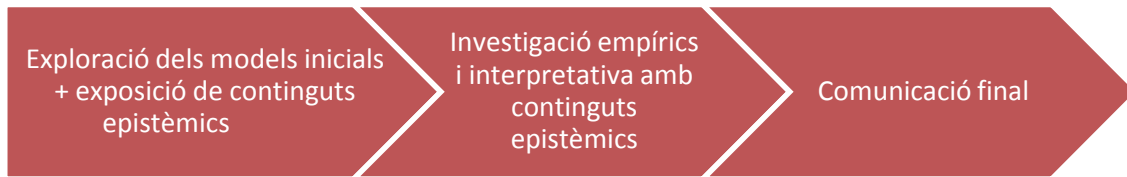


Figura 56. Estructura de la SAE final del cas 4

Com es pot observar a la figura 56, l'estructura global no canvia gaire, perquè es mantenen tres fases. Tot i això, es produeixen canvis en les finalitats d'algunes d'aquestes fases. Així en la primera ja no s'exploren coneixements previs, sinó que només s'exploren els models inicials dels alumnes. Es manté la introducció de continguts epistèmics.

Els canvis més substancials són a la fase d'investigació en què a més d'establir fets i construir explicacions, també s'introdueixen continguts epistèmics d'acord amb les diverses pràctiques científiques que es van proposant als alumnes. La fase final de comunicació, es manté igual com a la seqüència inicial.

Aquests canvis subtils en l'estructura s'aprecien més clarament en la distribució dels patrons d'activitat científica (taula 64).

Taula 64. Patrons d'ACE a la SAE final del cas 4			
Episodis	Pràctiques i rol	Patrons	Descripció breu de les tasques
1	PR	Patró EX	Activitat 1 Exploració dels models dels alumnes
2			
3			
4	PR	Patró Epist.	Activitat 2 Reflexió sobre preguntes investigables i cerca d'informació.
5	PR		
6	PA		
7	AC		
8	PR		
9	PR		

10	AC	Patró P-DF- R-I	Activitat 3 Investigació sobre la influència de l'aire en la caiguda dels cossos. Introducció de continguts epistemològics sobre els conceptes de variable dependent i variable independent
11	AC		
12	PR		
13	PA		
14	AC		
15	PR		
16	AC		
17	AC		
18	AC	Patró Epist.	Activitat 4 Investigació sobre les formes aerodinàmiques i la resistència dels cossos i introducció de continguts epistemològics sobre l'escriptura de bones preguntes investigables
19	PR		
20	PR	Patró Epist.	
21	PR		
22	AC	Patró P-DF-I	
23	AC		
24	PR		
25	PR		
26	PR		
27	PR	Patró H	Activitat 5 Investigació sobre la pressió de l'aire
28	AC	Patró P-DF-I	
29	AC		
30	AC		
31	PR		
32	PR	Patró P-DF-I	Activitat 6 Investigació sobre les relacions entre la pressió de l'aire i el vol dels ocells
33	AC		
34	AC		
35	AC		
36	PR	Patró Epist.	Activitat 7 Investigació sobre el pes dels ossos dels ocells amb prèvia identificació de variables significatives
37	PR	Patró P-DF-I	
38	AC		
39	AC		
40	PR		
41	PR		
42	PR	Patró H-F	
43	PR		

44	PA	Patró DF- I	Activitat 8 Investigació sobre les plomes. Planificar un Disseny Esperimentals amb Control de Variables (DECV) i portar-lo a terme per obtenir dades i establir fets
45	AC		
46	AC		
47	PR		
48	PR		
49	PR	Patró Epist.	Activitat 9 Investigar sobre la forma de les ales i el vol dels ocells, planificant prèviament un DECV i avaluant-lo posteriorment
50	PR	+	
51	PR	Patró DF	
52	PR	Patró Epist.	
53	PR	+	
54	PR	Patró DF	Activitat 10 Investigar sobre el vol planat
55	PR	+	
56	PR	Patró Epist.	
56	AC	Patró F-I	Activitat 11 Investigar sobre els efectes de l'aire calent
57	PR		
58	AC	Patró F-I	Activitat 12 Elaborar una exposició
59	PR		
60	PR	Patró COM	Activitat 13 Comunicar a terceres persones
61	PR		

Com s'ha exposat en l'apartat anterior la SAE inicial d'aquest cas mostra un model molt ric d'ACE, però tot i això han estat capaces d'introduir canvis molt interessants, encara que molt subtils, en la seva SAE final.

El canvi més significatiu és que els patrons amb contingut epistemològic ja no es concentren a l'inici de la seqüència com en la SAE inicial, sinó que es distribueixen per tota la seqüència i apareixen en els moments més adients en funció del tipus de pràctiques científiques que s'hi estan portant a terme. Per tant hi ha un tractament més coherent i contextualitzat dels continguts epistemològics. A la taula anterior hem assenyalat la interconnexió usant el símbol "+". Així doncs, ens trobem en dues ocasions en què hi ha una interconnexió molt clara entre el *patró Epist.* i patrons més vinculats a l'obtenció de dades i l'establiment de conclusions

empíriques (*patró DF*). També l'hem assenyalat amb unes línies discontinües, quan la integració entre patrons no és tan forta.

Considerem que aquest és un canvi molt significatiu, juntament amb la incorporació del *patró EX* a l'inici de la seqüència, en què utilitzen tasques més ben plantejades en relació a l'objectiu d'explicitar els models dels alumnes sobre el tema que s'investiga.

La resta de patrons són similars als que ja apareixien a la seqüència inicial d'activitats, però han eliminat el més pobre. Així el *patró Expl-Fet directe* ha estat substituït pel *patró F-I*, que tot i ser simple i directe en l'obtenció de fets, no es queda només en això i incorpora la interpretació dels fets obtinguts.

En base a aquests resultats podem respondre, per al cas 4, les preguntes de recerca 1.1.4, 1.2.4 i 2.

Pregunta 1.1.4: Quina estructura general i quins patrons d'activitat científica escolar apareixen a la SAE inicial?

A la SAE inicial:

- apareix una estructura global molt clara amb tres fases: s'inicia amb l'explicitació de coneixements previs dels alumnes i la introducció de continguts epistemològics, continua amb una fase àmplia d'investigació i acaba amb una fase final de comunicació a persones externes.
- Hi ha una gran riquesa de patrons d'ACE (11 patrons)
- En la majoria de casos els patrons d'ACE que es proposa als alumnes articulen accions en els dos àmbits d'actuació científica.

Pregunta 1.2.4: Quina estructura i quins patrons d'activitat científica escolar apareixen a la SAE final?

A la SAE final hi ha:

- una estructura global molt clara amb tres fases: s'inicia amb l'explicitació dels models dels alumnes i la introducció de continguts epistemològics, continua amb una fase àmplia d'investigació puntuada per la introducció de continguts epistemològics vinculats a les pràctiques científiques que estiguin utilitzant els alumnes, i acaba amb una fase final de comunicació a persones externes.
- Pràcticament els mateixos patrons d'ACE
- Desapareixen alguns patrons simples (com ara el *patró Explicació-Fets directe*).

Pregunta 2: Quins canvis i quines continuïtats s'identifiquen en les categories analitzades (*estructura i patrons d'activitat científica*) entre la SAE inicial i la SAE final?

- Es manté una estructura global entres fases però incorporen l'objectiu d'introduir continguts epistemològics a la segona fase, que ja no és solament d'investigació.
- La fase inicial d'exploració dels models inicials dels alumnes es fa amb tasques més adequades a aquesta funció que no pas a la SAE inicial.
- Els patrons d'ACE vinculats als continguts epistemològics (*patró Epist.*) s'articulen molt millor a la dinàmica d'investigació científica que no pas a la SAE inicial en que apareixien tots al començament.

9.5.6. Elements mediadors i planificació de la SAE

En aquest apartat responem a les preguntes de recerca 1.1.5, 1.2.5, i a la pregunta 3.1, per al cas 4. Per fer-ho, hem utilitzat els resultats exposats fins aquí per definir els perfils d'ACE de la SAE inicial i de la SAE final. Aquestes perfils es mostren al cercle interior dels esquemes circulars de les figures 57 i 58.

9.5.6.1. Identificació dels elements mediadors i discussió sobre com expliquen els perfil d'ACE a la SAE final

Partint dels resultats anteriors, el perfil d'ACE de la SAE inicial del cas 4, és el més ric dels que hem analitzat i té les següents característiques (figura 57):

- Predominen les tasques ACE per sobre les tasques prestades.
- Predomini quantitatiu dels fets, però amb una presència molt important de les idees, la qual cosa fa que s'estableixi un considerable equilibri entre aquests dues categories. Destaquem també la presència important d'episodis d'activitat inclosos en la categoria *dimensió epistemològica*.
- El rol dels alumnes és fonamentalment actiu, tot i que hi ha una presència important d'episodis en què adopten un paper productiu. En molts pocs moments, els alumnes adopten un paper passiu.

- L'estructura global comença amb una primera fase amb dos objectius: fer explícits els coneixements dels alumnes i introduir continguts epistemològics. En conjunt, les activitats segueixen un fil narratiu coherent, com a successió de problemes/preguntes, amb successives investigacions de caràcter empíric i interpretatiu que els donen resposta.
- Usen 11 patrons d'ACE diferents essent, la majoria dels quals, patrons que vinculen tasques dels dos àmbits d'actuació científica.

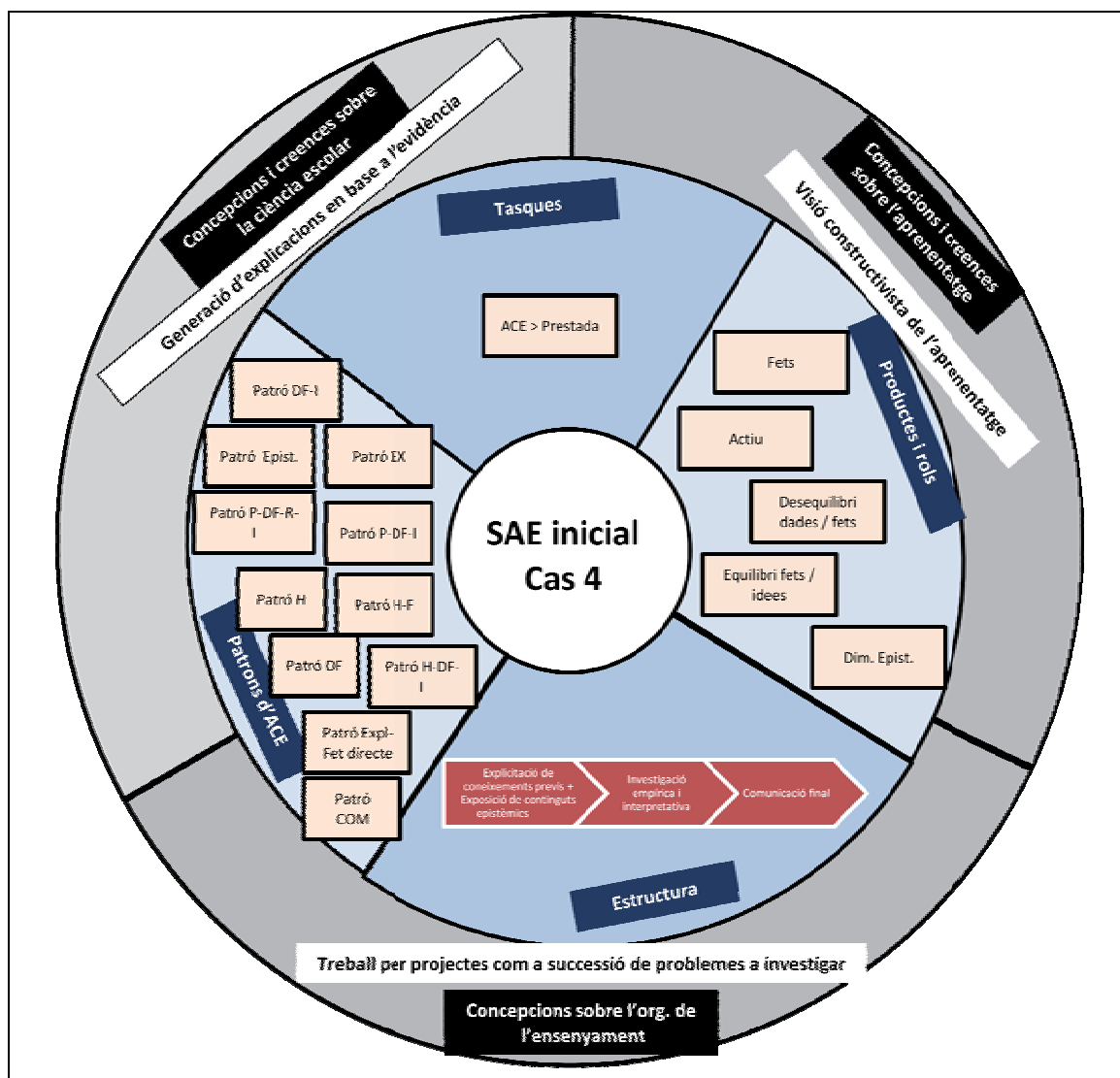


Figura 57. Elements mediadors en la planificació de la SAE inicial del cas 4

Considerem que aquest perfil d'ACE es pot explicar per la influència de tres elements mediadors, tal com s'ha destacat en la caracterització del grup. Els tres elements mediadors són:

- **Mediador 1:** Concepció de la ciència escolar com a procés de generació d'explicacions en base a l'evidència.
- **Mediador 2:** Concepció de l'aprenentatge des d'una visió constructivista.
- **Mediador 3:** Treball per projectes entès com a successió de problemes a investigar com a forma d'organitzar l'ensenyament.

Al mediador 1 (*concepció de la ciència escolar com a procés de generació d'explicacions en base a l'evidència*) el considerem el responsable de la gran riquesa de tasques ACE, al rol molt destacat que tenen les idees en la seqüència inicial (tot hi predominar els fets), fins al punt que s'equilibren molt bé amb els fets.

Aquesta concepció complexa i rica de l'activitat científica també explica la introducció de continguts de caràcter epistemològic i, sobretot, la riquesa de patrons d'activitat científica.

La visió constructivista de l'aprenentatge, la podem vincular a la importància del rol productiu dels alumnes (tot i que predomina la categoria actiu) i a la presència de patrons d'activitat científica en què es presta atenció a les idees inicials dels nens i nenes, i se'ls dona oportunitats per interpretar els fets obtinguts.

Finalment, l'organització general de la seqüència com a encadenament de diversos problemes i investigacions, derivaria de la seva concepció del treball per projectes aplicada a l'ensenyament de les ciències.

El perfil d'ACE de la SAE final no mostra grans canvis, però tot i això es produeix una millora en l'activitat científica que els estudiants plantegen als seus alumnes. Hem de tenir en compte que partim d'un perfil d'ACE a la SAE inicial molt ric i que, per tant, és difícil que la nova

proposta canviï molt. Tot i això, tal com ja s'ha exposat en els resultats parcials la seqüència final presenta algunes novetats molt interessants.

Aquests canvis es concentren sobretot en dos aspectes. En primer lloc el fet que el rol dels alumnes passa de ser dominat per la categoria actiu a ser dominat per la categoria productiu. En segon lloc, es produeix un canvi important en l'estructura global de la seqüència, perquè es millora la fase inicial en relació a com explorar els models inicials dels alumnes i, sobretot, perquè es va puntuant tota la seqüència amb moments en què s'introdueixen continguts epistèmics. Això no suposa un canvi important en el perfil, però és una millora molt significativa que enriqueix el tipus d'activitat científica que es proposa als alumnes.

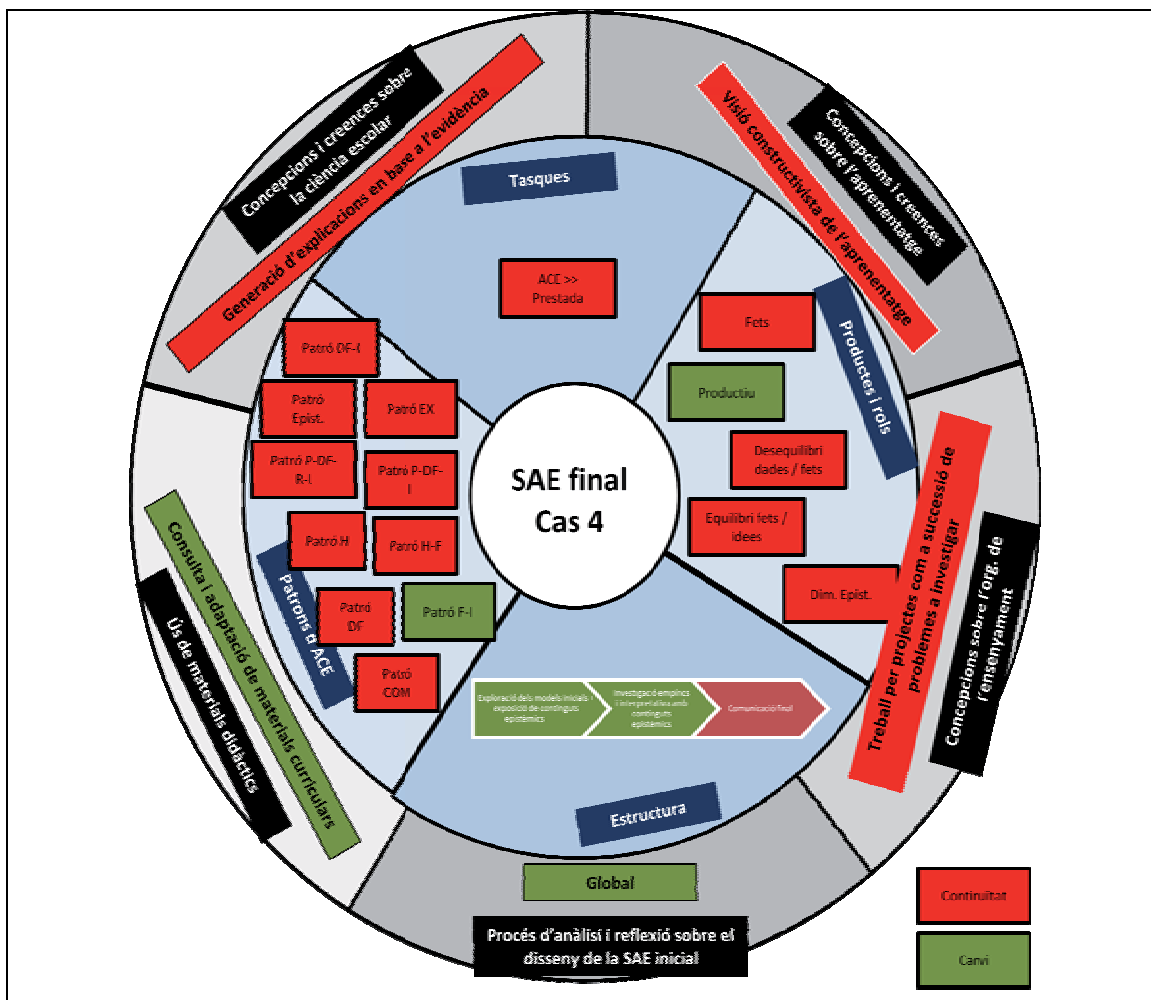


Figura 58: Elements mediadors en la planificació de la SAE final del cas 4

En relació als elements mediadors que explicarien aquest nou perfil d'ACE i que intervenen en el procés de planificació d'aquesta nova SAE, creiem que se'n poden identificar cinc:

- **Mediador 1:** Concepció de la ciència escolar com a procés de generació d'explicacions en base a l'evidència.
- **Mediador 2:** Concepció de l'aprenentatge des d'una visió constructivista.
- **Mediador 3:** Treball per projectes entès com a successió de problemes a investigar com a forma d'organitzar l'ensenyament.
- **Mediador 4:** El procés global d'anàlisi i revisió de la seqüència inicial
- **Mediador 5:** La consultat i adaptació de materials curriculars.

Els tres primers mediadors ja els hem considerat com a elements mediadors per a la SAE inicial (mediadors, 1, 2 i 3). Els altres dos creiem que apareixen en aquesta nova planificació. El mediador 4 fa referència a les conseqüències per al disseny de la nova SAE que ha tingut el procés de revisió i reflexió sobre la SAE inicial. El mediador 5 fa referència als materials curriculars consultats per algunes de les estudiants del grup.

En el seu treball final el grup deixa molt clar el paper que creuen que han de tenir les idees dels alumnes (mediador 2), i el necessari vincle entre idees i evidències en el procés de construcció del coneixement científic (mediador 1). Així en el treball final afirmen que: «és a partir de l'observació, manipulació i experimentació que pren com a punt de partida aquesta realitat, que es pretén que els infants comprovin les seves pròpies idees alhora que se n'estimula el seu pensament tot formulant-los preguntes que han de guiar-nos cap a noves experimentacions, observacions, comprovacions... per tal d'anar construint, de manera progressiva, nous aprenentatges sobre el vol» [*comentari al treball final*, annex 6].

Aquest vincle entre idees i evidències és el que dóna coherència a les diverses sessions i serveix d'eix organitzador del conjunt de la seqüència: «cada sessió està estretament vinculada a les següents de manera que el contacte amb la realitat d'una sessió concreta sempre s'utilitza i es recupera en activitats posteriors» [*comentari al treball final*, annex 6]. A

més a més tots els fets i idees que van apareixent es poden anar integrant en un sistema coherent donat que «a mode d'exemple, l'observació de fenòmens relacionats amb la forma aerodinàmica dels cossos i de la seva resistència (sessió 4) està estretament vinculada amb l'observació de les plomes (sessió 8). Alhora, però, aquesta sessió ens aporta elements de reflexió que, juntament amb els que ens aporten la resta de sessions de la unitat didàctica, ens permeten anar confegint un aprenentatge global del vol de les aus» [*comentari al treball final*, annex 6].

Aquesta relació entre els diversos problemes d'investigació que es van presentant al llarg de la seqüència deriva de la seva idea de treball per projectes (mediador 3) tal com s'ha mostrat en la caracterització general del cas.

Són ben conscients del paper que juga la realitat en la construcció del coneixement científic i assenyalen que aquest aspecte no cal modificar-lo de manera substancial en la seva revisió de la SAE inicial: «la unitat didàctica inicial que proposàvem ja contemplava, des dels seus inicis, la presència de la realitat a l'aula com a forma de reflexió i estimulació del pensament dels infants i, per tant, no ens plantejem propostes de millora en aquest sentit» [*comentari al treball final*, annex 6]. Aquest comentari també es pot interpretar des de l'òptica de la concepció que tenen sobre l'aprenentatge en ciències, perquè no va gens en la línia de considerar que els alumnes aprenen directament de la realitat, sinó que reconeix que la realitat estimula el pensament dels infants.

En relació a l'anàlisi de l'atenció al pensament científic dels alumnes, el grup substitueix el terme *coneixements previs* que usava en el treball inicial, pel terme *idees científiques dels alumnes* introduït a l'assignatura: «les dues activitats inicials estan pensades, precisament, per tal que els infants puguin expressar aquestes idees científiques (nosaltres les anomenàvem coneixements previs)» [*comentari al treball final*, annex 6]. A més a més usen correctament i de manera conscient aquestes idees en la planificació de les activitats posteriors: «la resta de sessions es plantegen a partir del que suposem que haurà sortit en aquestes dues primeres» [*comentari al treball final*, annex 6]. Això explicaria el canvi substancial que s'ha produït en les activitats inicials en què ja no es seleccionen tasques per fer explícits els coneixements

previs dels alumnes sinó que usen una tasca d'exploració dels models inicials (la que van crear i analitzar al llarg de l'assignatura).

El grup intentar representar-se contínuament el feedback dels alumnes i aquesta actitud és molt útil pel procés de planificació en què estan immerses. Tot i això, les membres del grup també hi observen dificultats: «al no tenir alumnes reals, a l'hora de fer aquesta unitat hem hagut de fer un alt nombre de suposicions sobre què dirien i què/com pensarien... els alumnes. El vol dels ocells és un tema molt complex que, alhora, no s'acostuma a treballar a les aules com a tal. Creiem que aquest fet ha dificultat força la nostra tasca» [*comentari al treball final, annex 6*].

Malgrat tenir una concepció rica sobre la naturalesa de l'activitat científica, això no exhimeix al grup de no saber sempre proposar les tasques que millor reflecteixin aquesta activitat. Per exemple, consideren que: «caldría mirar de millorar el funcionament de les sessions per tal que aquestes no fossin tan tancades i pautades. D'aquesta manera, seguirem partint del seu pensament científic (fet que ja s'explorava) i ens assegurarem que és a partir d'aquest que evoluciona l'aprenentatge: són aquestes idees les que es fan evolucionar i no és la mestra qui acaba transmetent els continguts al marge de les idees inicials explorades» [*comentari al treball final, annex 6*]. Hi ha una clara preocupació, per tant, per l'evolució de les idees dels alumnes, la qual cosa explicaria que hi hagi tants patrons d'ACE vinculats a l'àmbit de les idees, els models i les explicacions, o que vinculen els dos àmbits d'actuació científica.

Com ja s'ha destacat a la presentació de resultats sobre els productes d'activitat científica, en aquest cas es té en compte des de l'inici el tractament de continguts epistemològics, però en la SAE final aquests estan molt més ben articulats i integrats en el conjunt de la seqüència. Això és resultat del procés d'anàlisi de la SAE inicial que els condueix a «[plantejar-se] una reformulació global que, si bé busca els mateixos objectius, pretén ser més eficaç a l'hora d'assolir-los» [*comentari al treball final, annex 6*].

Són conscients de la importància que no només n'hi ha prou en aprendre ciència sinó que cal

aprendre a fer ciència i sobre la ciència, i això orienta les seves modificacions: «per aconseguir que els infants aprenguin fent ciència, ahora que es fan conscients dels processos i estratègies que segueixen (processos i estratègies, d'altra banda, propis de l'activitat científica)» [comentari al treball final, annex 6]. De totes maneres consideren que cal ordenar millor els diferents continguts epistemològics i fer-lo aparèixer al llarg de tota la seqüència en els moments que sigui més adient: «pensem que, en certa manera, hem “volgut treballar-ho tot” (l'observació, l'experimentació, la formulació d'hipòtesis...) en totes les sessions (que ja està bé) però potser hauria estat més interessant prioritzar diferents aspectes cada vegada i posar-hi l'èmfasi» [comentari al treball final, annex 6]. Això és el que explicaria el canvi que han introduït en l'estructura global de la seqüència.

La relació explícita entre evidència i models teòrics (mediador 1) es manté clara en aquest grup: «la resta de sessions fins a la 11, tenen una estructura i plantejament molt similars. A través de l'experimentació/observació de fenòmens en petit grup i de la posada en comú dels resultats es pretén anar generant evidències sobre els diferents elements implicats en el vol dels ocells. És a partir del que es va fer en cada sessió, doncs, que podem construir un coneixement global sobre el tema. En tots els casos, el treball a l'aula inclou les preguntes, el diàleg amb els infants i l'activitat científica en general (formulació de prediccions i d'hipòtesis, observació, experimentació, recollida de dades, interpretació...)» [comentari al treball final, annex 6].

També prenen consciència d'una poca atenció a la recollida de dades «hem donat poca importància al fet de prendre mesures, recollir dades numèriques i treballar amb aquestes dades (fer taules, gràfics...)» [comentari al treball final, annex 6]. Malgrat tot, en la seqüència final aquest problema no es resol del tot i es manté un cert desequilibri entre *dades* i *fets*.

L'activitat final la valoren com una forma de «recollir i sintetitzar l'aprenentatge realitzat per tal de prendre consciència del procés seguit (...) És, en darrer lloc, una forma de comunicar els aprenentatges a la resta de comunitat fet que, d'altra banda, també és clau en tota comunitat científica» [comentari al treball final, annex 6]. El bon coneixement de l'activitat científica els permet apropar-se molt més a una activitat científica autèntica (mediador 1).

Tenen clar que tot el procés d'activitat científica ha de perseguir la finalitat de revisar els models inicials dels infants i de generar evidències per contribuir a aquest procés de revisió (mediador 1 i mediador 2): «pensem que la nostra unitat didàctica sí que contempla l'activitat científica tot i que ens caldrà trobar fórmules per tal de que aquesta activitat es porti de manera menys tancada i gestionant l'aula de manera que l'activitat que s'hi generi serveixi, realment, per revisar les idees inicials dels infants tot evidenciant i ampliant els coneixements que ja tenien o bé corregint aquestes idees prèvies i construint nous significats damunt d'elles» [*comentari al treball final*, annex 6].

Una clau en la millora de les activitats d'aquest grup que elles citen en el treball final és l'adquisició d'una nova manera de fer ciències a l'aula, però també l'adquisició de nous recursos específics per portar a terme aquest nou model de ciència escolar, i això ha estat possible, en el seu cas, gràcies a la consulta de materials curriculars (mediador 5): «a través de la lectura del llibre “Making sense of Primary science” de Goldworthy i Feasey hem pogut trobar estratègies que creiem que podrien ser-nos útils en relació a aquest aspecte. Totes aquestes estratègies són les que mirarem de plasmar a la segona part d'aquest treball a través de la presentació de la unitat didàctica modificada» [*comentari al treball final*, annex 6].

Finalment, volem remarcar una reflexió que considerem molt interessant en relació al que ha suposat per a les mmebres del grup la proposta d'elaboració, anàlisi crítica i revisió d'una SAE, perquè entronca clarament amb la idea d'evolució conceptual en el coneixement didàctic que s'ha plantejat en el marc teòric: «ens agradaria dir, en primer lloc, que realitzar la revisió de la unitat didàctica plantejada a partir dels coneixements adquirits a classe ha estat, per nosaltres, una interessant tasca. Partint dels nostres coneixements previs i intuïcions inicials, hem pogut anar assimilant els continguts de l'assignatura alhora que els posàvem en pràctica en la revisió de la nostra unitat. D'aquesta manera, hem fet una mica el que s'espera que fem nosaltres a l'aula: tenir en compte què pensen els infants per tal de fer evolucionar aquest pensament» [*comentari al treball final*, annex 6]. Aquest comentari es vincula clarament amb una visió constructivista de l'aprenentatge aplicat al propi coneixement didàctic. En cap cas dels estudiats apareix una reflexió en aquest sentit.

9.6. Tendències generals en l'evolució dels perfils d'ACE

Un cop presentats i discutits els resultats per a cadascun dels casos, en aquest darrer apartat del bloc de *resultats i discussió* exposem una sèrie de resultats que ens permeten comparar els casos entre ells per a algunes de les dimensions d'anàlisi. Això ens ha de permetre detectar més clarament l'existència de tendències en els perfils d'activitat científica escolar i, així, donar resposta a la pregunta de recerca 3.2 (*es poden identificar algunes tendències comunes als perfils d'ACE en els diversos casos estudiats?*).

Organitzem la presentació d'aquests resultats comparatius en base als elements que configuren els perfils d'activitat científica escolar: tipus de tasques, productes d'activitat científica escolar, rol dels alumnes, estructura general de la seqüència i patrons d'ACE.

9.6.1. Tendències en relació als tipus de tasques seleccionades

El nombre de tasques diferents que utilitza cadascun dels casos varia molt, i va de casos molt rics en varietat de tasques (cas 4) a casos més pobres (cas 2) (figura 59).

Tot i això, i sigui quin sigui el punt de partida, en tots els casos el procés de revisió de la seqüència inicial d'activitats condueix a un augment del nombre de tasques diferents que els grups d'estudiants utilitzen per elaborar la nova seqüència.

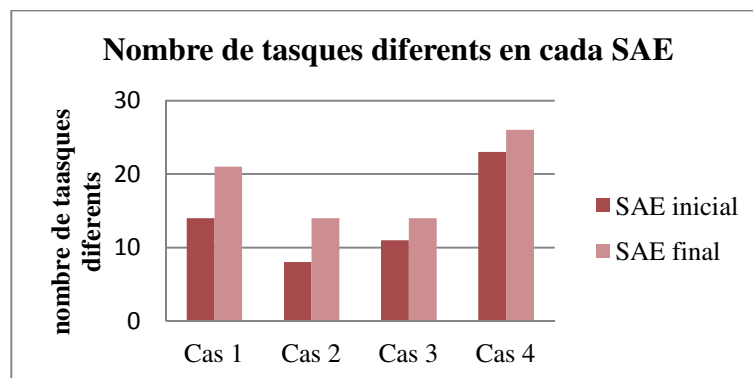


Figura 59. Nombre de tasques diferents en cadascuna de les SAE

Quant més pobre en activitat científica és la proposta inicial (casos 4 i 11), més augmenta la varietat de tasques a la SAE final. A la inversa, quant més rica és la proposta inicial menys augmenta la varietat de tasques.

Si analitzem la relació entre tasques ACE i tasques prestades en el conjunt de les seqüències observem, en el cas de la SAE inicial, dues situacions. En un cas (cas 1) ens trobem que predominen les tasques prestades per damunt de les tasques ACE, però en la resta de casos predominen les tasques ACE (figura 60).

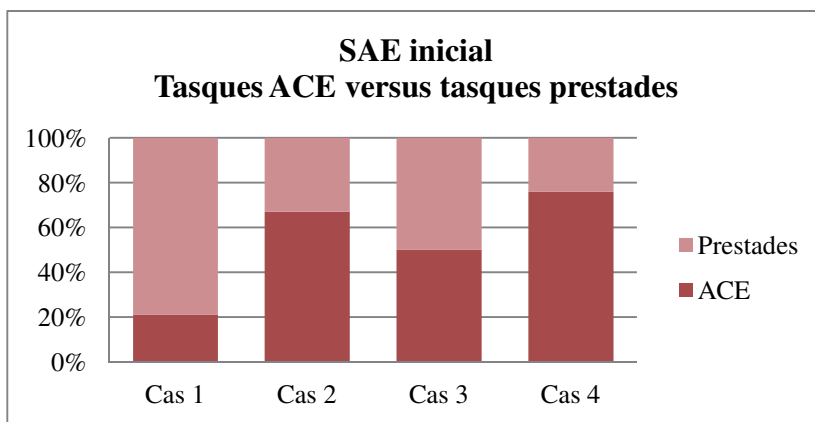


Figura 60. Relació entre tasques ACE i prestades a la SAE inicial

A la SAE final, la tendència al predomini de les tasques ACE per sobre les tasques prestades es consolida (figura 61).

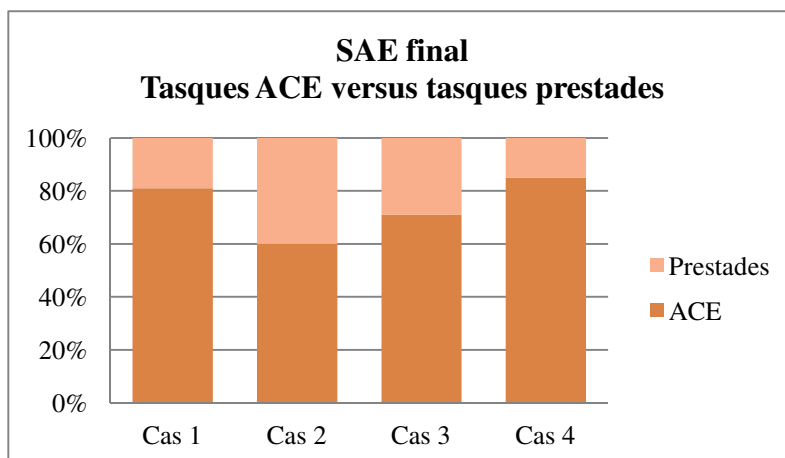


Figura 61. Relació entre tasques ACE i prestades a la SAE final

En el cas 1 en què les tasques ACE no predominaven, ara sí que predominen, i en els altres casos que ja hi havia un predomini de les tasques ACE, aquest es manté o augmenta. El cas 4, que és el cas amb més riquesa d'activitat científica, també és el que acaba tenint un percentatge més alt de tasques ACE en relació a les tasques prestades.

9.6.2. Tendències en relació als productes d'activitat científica

En relació als productes d'activitat científica també podem observar algunes tendències quan comparem els resultats obtinguts en cadascun dels casos estudiats (figures 62 i 63).

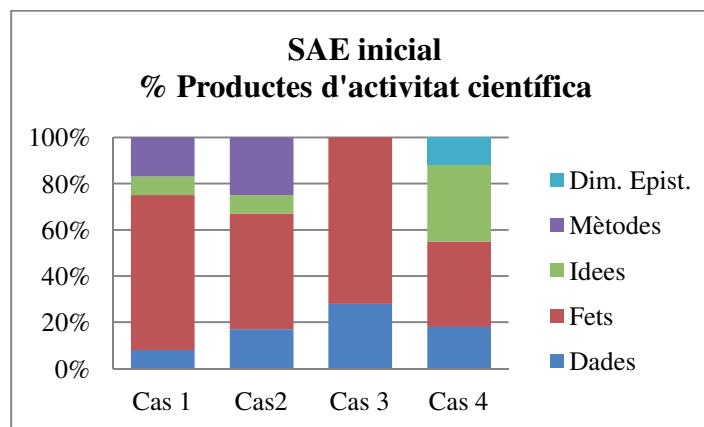


Figura 62. Percentatge dels diferents productes d'activitat científica a la SAE final

En el gràfic de la figura 62 mostrem els percentatges de cadascun dels productes d'activitat científica identificats a la SAE inicial, per cadascun dels casos estudiats.

En primer lloc hi podem observar el predomini de la categoria fets en tots els casos. Tot i això considerem més rellevant que en la majoria de casos (cas 1, 2 i 3) hi hagi un desequilibri molt clar entre la categoria fets (vermell) i la categoria idees (verd). L'únic cas en què es produeix un cert equilibri és en el cas 4. Recordem que en aquest cas el grup d'estudiants sosté una concepció més complexa de l'activitat científica i una concepció més constructivista de l'aprenentatge.

Es pot observar també com, ara sí en tots els casos sense excepció, hi ha un considerable desequilibri entre la categoria dades (blau) i la categoria fets (vermell). La categoria dades està molt poc representada en tots els casos.

Finalment, observem que la categoria *mètodes* només apareix en els casos que han mostrat un perfil general d'activitat científica més pobre (cas 1 i 2) i, per contra, la categoria *dimensió epistèmica* apareix en els grups amb un perfil general d'activitat científica més ric (cas 4).

Si fem el mateix exercici per a la SAE final (figura 63), també podem fer una sèrie d'observacions interessants.

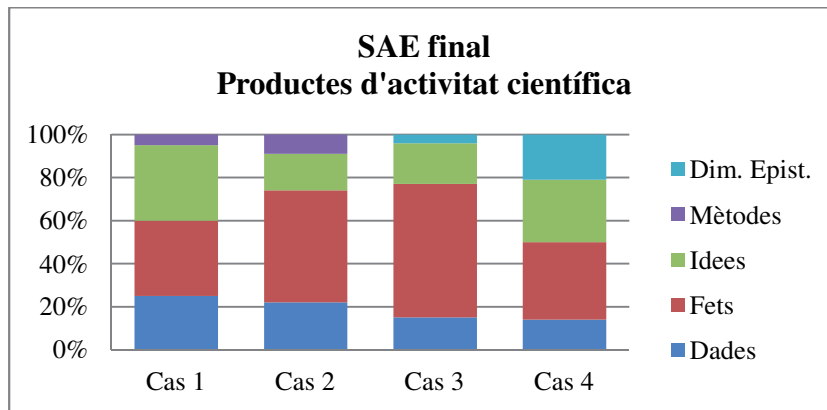


Figura 63. Percentatge dels diferents productes d'activitat científica a la SAE final

En primer lloc observem com es produeix un augment en la representació de la categoria *idees* (verd) en tots els grups en què aquesta tenia una freqüència relativa baixa (cas 1 i 2), o no apareixia del tot (cas 3) a la SAE inicial.

A més a més d'aquest augment, en el cas 1 i en el cas 4 s'estableix un cert equilibri entre la categoria *idees* i la categoria *fets*, mentre que en els altres grups, malgrat l'augment, es manté el desequilibri entre ambdues categories. Així doncs, malgrat sempre augmenta la categoria *idees*, no sempre això condueix a un major equilibri entre aquesta categoria i la categoria *fets*, la qual cosa indica que probablement no hi hagi hagut un canvi substancial en el model subjacent d'activitat científica escolar.

En tots els grups hi ha un desequilibri considerable entre la categoria *dades* (blau) i la categoria *fets* (vermell), essent la categoria *dades* molt poc representada. Això indica una certa tendència a proposar tasques que de seguida condueixen a l'establiment de fets sense considerar la importància de l'obtenció, l'anàlisi i la modelització de les dades. Aquest és un resultat que ens ha sorprès i que considerem molt interessant.

Finalment també podem observar com la categoria *dimensió epistèmica* (blau clar) apareix en un nou cas (cas 3), però només es consolida en el cas 4 en què ja era present des de l'inici.

9.6.3 Tendències en relació al rol dels alumnes

A la figura 64 mostrem, en percentatge, la presència relativa de les tres categories més significatives del rol dels alumnes (*passiu*, *actiu* i *productiu*), en les seqüències inicials dels quatre casos d'estudi.

Hi observem tres situacions. En primer lloc ens trobem dos casos en què només apareixen les categories *passiu* i *actiu* i la en què *passiu* domina clarament sobre *actiu* (casos 1 i 2). En segon lloc identifiquem un cas en què també apareixen només aquestes dues categories, però que la categoria *actiu* és la que predomina (Cas 3). Finalment hi ha un cas en què apareixen totes tres categories amb un domini de la categoria *actiu* per sobre les altres dues.

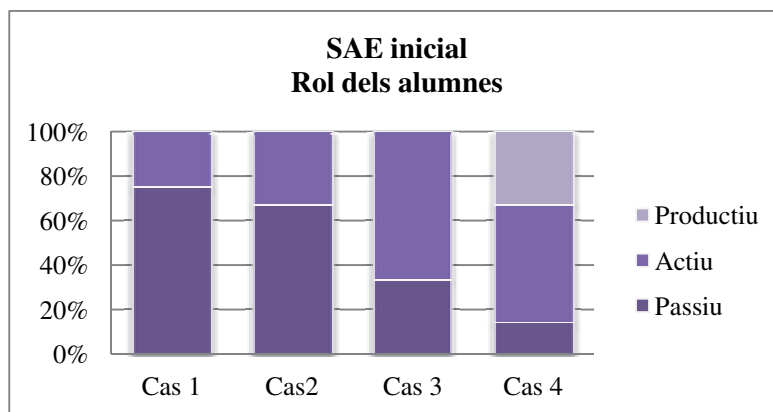


Figura 64. Percentatge dels diferents rols dels alumnes a la SAE inicial

A la SAE final apareix un panorama completament diferent (figura 65). Per una banda observem un patró comú a tots els casos que és la presència de totes tres categories (*passiu*, *actiu* i *productiu*). Tanmateix, el repartiment de la presència de cadascun d'aquests rols no és el mateix en tots els casos estudiants. En relació a aquest aspecte apareixen dues situacions.

En dos casos (cas 1 i cas 2) el predomini és per a la categoria *actiu* i l'ordre seria *actiu* > *productiu* > *passiu*. Aquesta situació ja apareixia en el cas 4 a la SAE inicial.

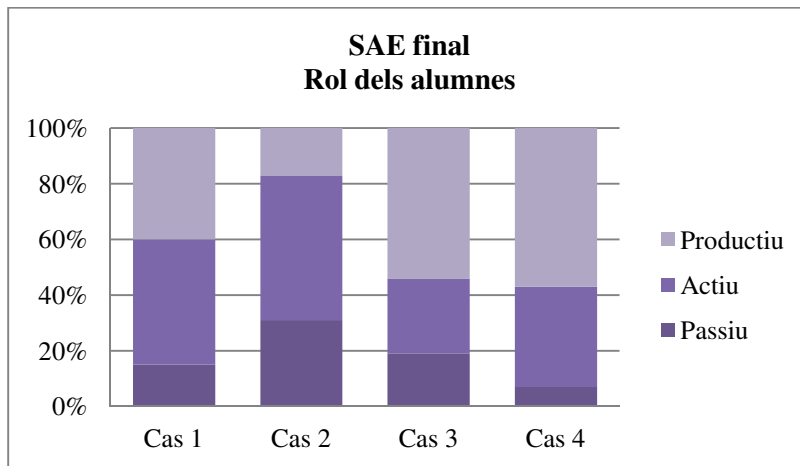


Figura 65. Percentatge dels diferents rols dels alumnes a la SAE final

En els altre dos casos (cas 3 i cas 4) el predomini és per a la categoria *productiu* i l'ordre és *productiu* > *actiu* > *passiu*.

En tots els casos s'observa com la categoria *passiu* és la menys representada de totes les categories corresponents al rol dels alumnes.

9.6.4. Tendències en l'estructura i els patrons d'activitat científica

En relació a l'estructura del conjunt de les activitats de la seqüència, també s'observen una sèrie de tendències (figura 66).



Figura 66. Comparació de l'estructura de la SAE inicial

Com es pot observar a la figura, en tres dels casos (cas 2, 3 i 1) la seqüència s'inicia amb una fase d'exposició teòrica per part de la mestre, de fonts d'informació bibliogràfiques o d'un expert (color blau), tot i que en el cas 1 aquesta fase va precedida d'una activitat inicial d'explicitació de coneixements previs de caràcter factual.

En aquests mateixos casos, posteriorment a l'exposició de la teoria, ve una fase d'investigació empírica (color verd), en què s'implica als alumnes en petites investigacions inconnexes entre

elles, en què es comproven els fets introduïts en la fase anterior o bé introduïts en aquest mateix moment.

Tot i que amb algunes variacions, com es pot observar a la figura, aquesta estructura de teoria + investigació empírica, és usada per tres dels quatre casos.

El cas 4 utilitza una estructura diferent. En aquest cas primer apareix una fase d'explicitació dels coneixements previs, però també d'exploració de les idees inicials, amb exposició de continguts epistèmics (color taronja clar), que va seguida d'una segona fase d'investigació empírica i interpretativa (color taronja fosc), en què es mobilitzen les idees dels alumnes, i s'obtenen evidències per posar-les a prova o per generar noves hipòtesis, tal com ja s'ha descrit en la presentació del cas.

També es pot observar com en dos grups es proposa una fase final amb activitats que tenen per objectiu la recopilació i comunicació final de tots els coneixements adquirits.

A la SAE final, el panorama canvia (figura 67). En primer lloc observem que apareix una més gran diversitat d'estructures, en comparació a la SAE inicial en què apareixen dues formes generals d'estructurar la seqüència.

En aquesta segona seqüència, cap dels grups usa una estructura estrictament igual, tot i que comparteixen algunes fases. Els dos casos amb una estructura més semblant són el 3 i el 4. Ambdós contenen tres fases: una primera d'exploració dels models dels alumnes, una segona d'investigació i una tercera de comunicació final. La diferència entre un i altre cas és en la riquesa de l'activitat científica que es planteja en cada fase, l'existència d'un encadenament de problemes (un fil narratiu que dóna coherència a tota la seqüència) i en el fet que el cas 4 introdueix molt clarament els continguts de caràcter epistemològic.

Una estructura semblant apareix al cas 1, amb la diferència que la investigació dels alumnes que es proposa a la segona fase té un caràcter eminentment empíric, de comprovació o

presentació de fets.

El cas 2 també és interessant, perquè passa d'una estructura molt centrada en la dicotomia teoria + investigació empírica a la seqüència inicial, que en certa manera encara mantenen, a la incorporació d'una segona fase d'exploració de coneixements previs i models dels alumnes que no s'integra gens bé en el conjunt de la seqüència.



Figura 67. Comparació de l'estructura de la SAE final

En relació als patrons d'activitat científica, en aquests resultats conjunts ens fixem en dos aspectes. Per una banda la riquesa en patrons d'ACE, i per l'altra la diversitat de patrons d'ACE, mostrant a quin àmbit/s d'actuació científica fan referència els patrons identificats. Per això, i d'acord amb el que s'ha plantejat al marc teòric, distingim entre patrons d'ACE que exclusivament afecten a l'àmbit de les dades i els fets (patrons àmbit dades-fets), patrons d'ACE que afecten a l'àmbit de les idees, els models i les explicacions (patrons àmbit idees-models), patrons d'ACE que es mouen entre ambdós àmbits (patrons ambdós àmbits) i altres

patrons, quan no es poden incloure en cap dels grups anteriors.

El resultat per a la SAE inicial es mostren a la figura 68.

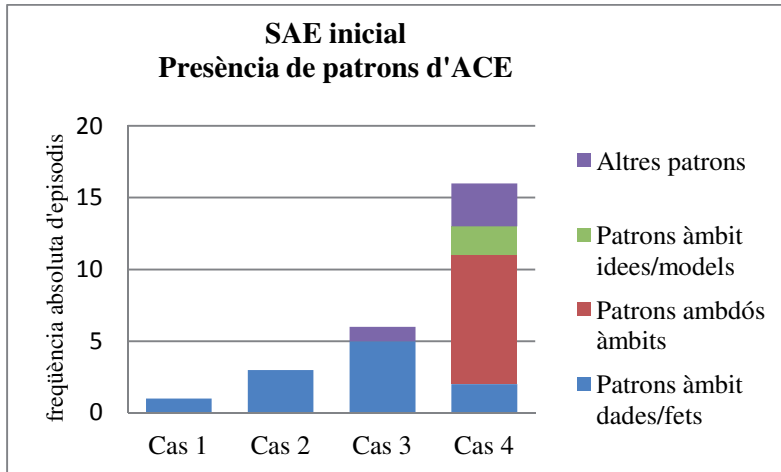


Figura 68. Riquesa i diversitat de patrons d'ACE a la SAE inicial

En primer lloc volem destacar que el cas 4 és el que mostra el grau més alt de riquesa i de varietat de patrons d'ACE. Destaquem també d'aquest cas, que el tipus de patrons que predominen són els que mobilitzen pràctiques científiques d'ambdós àmbits d'actuació científica. És l'únic grup en què apareixen tots els tipus de patrons. En els altres tres casos hi dominen els patrons de l'àmbit de les dades i els fets, ja sigui perquè són els únics representats (cas 1 i cas 2) o perquè predominen sobre altres tipus de patrons (cas 3).

Aquest panorama canvia completament a la SAE final (figura 69). S'observa com en tots els casos ha augmentat la riquesa en patrons.

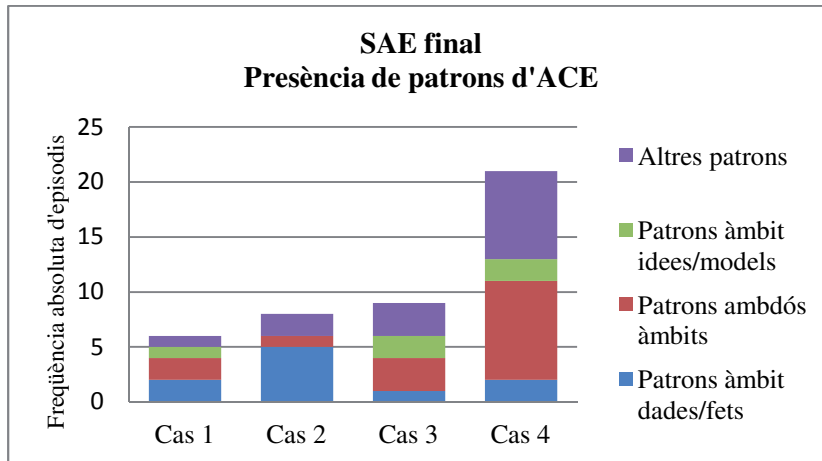


Figura 69. Riquesa i diversitat de patrons d'ACE a la SAE final

Aquest resultat és interessant perquè suposa que el procés de revisió de la seqüència d'activitats inicial ha conduït a una millora en la presència d'activitat científica en la proposta d'activitats que es planteja als alumnes.

Tanmateix, considerem molt més rellevant el fet que en paral·lel a l'augment de riquesa, també augmenta la varietat. Així, en tres dels quatre casos apareixen exemples dels quatre tipus de patrons d'ACE (casos 1, 3 i 4) i en un altre cas apareixen tres dels quatre tipus (cas 2). També volem destacar que en els casos en què apareixen tots els tipus de patrons d'ACE sempre predominen els patrons que mobilitzen pràctiques d'ambdós àmbits d'actuació. En el cas 2, per contra, tot i l'augment de riquesa i varietat, continuen predominant els patrons de l'àmbit de les dades i els fets.

Part IV

Conclusions i implicacions de la recerca

Capítol 10. Conclusions i Implicacions de la recerca

En aquest apartat exposem les conclusions del treball, vinculant-les amb els objectius generals que ens hem plantejat a l'inici, i comentem les implicacions que considerem més significatives de la recerca que s'ha portat a terme. Abans però, fem referència a les limitacions de la recerca que considerem més rellevants.

10.1 Limitacions de la recerca

Abans d'exposar les conclusions, voldríem fer referència a tres limitacions que creiem que presenta la recerca que presentem perquè així es pugui valorar, en la seva justa mesura, tant els resultats que hem obtingut, com les conclusions que tot seguit exposarem.

En primer lloc, l'opció metodològica presa (l'estudi de cas), fa que els resultats i conclusions facin referència a uns pocs casos. Això fa molt difícil generalitzar els resultats, però sí que permet construir hipòtesis teòriques sobre el comportament dels individus que, posteriors treballs que impliquin a més individus, permetrien posar a prova. Aquesta és la intenció dels estudis de cas, i aquesta era la intenció de la recerca que hem portat a terme.

En segon lloc considerem que, tot i que les planificacions escrites dels estudiants han estat una bona font de dades, també presenta una gran dificultat: depèn molt de la capacitat de descripció de l'acció didàctica que tinguin els estudiants. Aquesta dificultat és la que ja ha provocat que no consideréssim alguns dels grups d'estudiants que formaven part del grup-classe com a casos d'estudi, i és un aspecte que caldria tenir en

compte en futures recerques que vulguin usar aquesta mateixa estratègia d'obtenció de dades.

Finalment, una tercera limitació que volem assenyalar és en la definició de les categories d'anàlisi, concretament de la categoria *idees*. Com ja s'ha exposat en l'apartat destinat a exposar els procediments d'anàlisi de les dades, la categorització dels *productes d'activitat científica* s'ha fet *a priori* prenent com a base el marc teòric de referència. Malgrat la categoria *idees* està ben delimitada i no es confon amb les altres categories d'aquesta variable d'anàlisi, creiem que es podria haver desglossat una mica més (en subcategories o en categories noves) perquè això hagués enriquit en matisos els resultats en què aquesta categoria hi és present.

Som conscients que aquesta breu llista no esgota totes les possibles limitacions observades en la recerca presentada, però mostra clarament aquelles que hem considerat més significatives.

10.2 Conclusions

En aquest apartat de conclusions, hem optat per vincular les conclusions amb els objectius generals de la recerca, perquè en la presentació i discussió dels resultats, al capítol anterior, ja s'han anat responent les preguntes concretes de recerca per a cadascun dels casos estudiats o per al conjunt dels casos. Per a la redacció de les conclusions, tenim en compte tots els resultats ja exposats, així com els referents del marc teòric.

Al llarg de l'apartat, després de recordar cadascun dels objectius generals (requadres grisos), presentem les conclusions a partir d'una afirmació breu, que destaquem en negreta, i que seguidament comentem (requadres blancs).

Conclusions referides a l'objectiu general 1: caracteritzar els perfils d'activitat científica escolar (perfils d'ACE) que apareixen a les seqüències d'activitats planificades pels estudiants de mestre.

En el present treball hem descrit l'activitat científica escolar que apareix en una seqüència d'activitats, en base a cinc components: els tipus de tasques, els productes d'activitat científica, el rols dels alumnes, l'estructura general de la seqüència i els patrons d'activitat científica escolar que apareixen.

La presència concreta de cadascun d'aquests components en una seqüència d'activitats és el que ens ha permès identificar un determinat perfil d'activitat científica escolar (perfil d'ACE) i així distingir-lo d'un altre. A l'apartat de resultats s'han descrit els perfils d'ACE presents a cadascuna de les seqüències d'activitats planificades pels estudiants que conformaven els quatre casos seleccionats per a aquest estudi, i s'han representat a través d'un esquema circular, la qual cosa ens permet mostrar-ne una visió sinòptica. D'aquests esquemes dels perfils d'ACE en derivem les conclusions que seguidament presentem.

No totes les seqüències mostren el mateix grau de riquesa en activitat científica escolar i les seqüències més pobres solen ser les inicials, tot i que no sempre.

Malgrat la nostra investigació només ha considerat quatre casos d'estudi, hem optat per fer una anàlisi molt detallada de cadascuna de les planificacions (en total vuit seqüències d'activitats), i això ens ha permès descriure un escenari divers quant a l'activitat científica escolar que es proposa a cada seqüència.

Fruit de les dimensions d'anàlisi utilitzades en la recerca i dels resultats obtinguts, creiem que es pot introduir un paràmetre per caracteritzar els perfils d'ACE que anomenarem *riquesa en activitat científica*. Al nostre entendre, el major o menor grau de riquesa en

activitat científica d'una seqüència s'ha de definir, fonamentalment, a partir del nombre i el tipus de patrons d'activitat científica que hi apareixen.

En base a aquest paràmetre podem afirmar que en un conjunt de seqüències com el que nosaltres hem analitzat es poden identificar des de propostes amb una activitat científica escolar molt pobre (per exemple, les SAE inicial dels casos 1, 2 i 3), a propostes que mostren una gran riquesa en activitat científica (per exemple, ambdues SAE del cas 4, o les SAE final de tots els altres casos). Els exemples de seqüències pobres en activitat científica escolar que hem detectat apareixen majoritàriament en el procés de planificació inicial, tot i que en el cas 4, això no es compleix i ja es proposa una seqüència d'activitats inicial molt rica en activitat científica escolar. Més endavant, a les conclusions referides a l'objectiu 3, formularem l'explicació que considerem més plausible a aquesta situació.

Considerem pobres els primers casos perquè només contenen un sol patró d'activitat científica, concretament el *patró DF*. Aquest patró, a més a més, implica que les tasques que es proposen als alumnes només es porten a terme en l'àmbit d'actuació de les dades i els fets, la qual cosa la considerem allunyada del model de ciència escolar i d'activitat científica escolar que s'ha presentat com a referència al marc teòric, en què es planteja un tipus d'activitat científica escolar que hauria de vincular de manera coherent i continuada ambdós àmbits d'actuació científica, l'àmbit de les dades i els fets i l'àmbit de les idees, els models i les explicacions.

Les seqüències més pobres en activitat científica mostren un perfil d'ACE força homogeni, a diferència de la major diversitat de perfils d'ACE que mostren les seqüències més riques en activitat científica.

Tot i la varietat dels perfils globals, en les seqüències més riques sí que apareixen una sèrie de tendències referides a alguns dels seus components, presos individualment.

Si analitzem com es concreten els altres components que configuren el perfil d'ACE en aquestes seqüències que considerem com a pobres en activitat científica escolar,

observem que comparteixen altres característiques.

En primer lloc són seqüències en què la relació entre tasques ACE i tasques prestades, es decanta cap a les segones o és molt semblant. En segon lloc, són tasques en què el rol dels alumnes és eminentment passiu, o que, tot i ser predominantment actiu, el rol passiu és àmpliament present en el conjunt de la seqüència. En tercer lloc, són seqüències en què l'establiment de fets és el principal producte científic que hi apareix, i en què hi ha un fort desequilibri entre l'obtenció de dades i l'establiment de fets, per una banda, i entre l'establiment de fets i la construcció i/o defensa d'explicacions, per una altra. Finalment, són seqüències que mantenen una mateixa estructura en què apareix sempre una fase cap a l'inici de la seqüència d'exposició de fets i conceptes teòrics, seguida d'una fase posterior d'investigació empírica (o d'aplicació de la teoria amb exercicis de llapis i paper, en les versions amb encara menys presència d'activitat científica, ex: cas 2).

Aquesta caracterització general de les seqüències més pobres en activitat científica que hem identificat en el nostre estudi, no es pot fer tan fàcilment per a les seqüències considerades més riques en activitat científica. Aquí apareix una varietat de situacions concretes molt més àmplia.

Tot i que hi ha algunes característiques generals comunes, com ara un clar predomini de les tasques ACE, l'activitat científica escolar es planteja d'una manera molt més diversa. Així per exemple, la relació entre els diversos productes d'activitat científica és molt variada: predomini dels fets o equilibri entre fets i idees, incorporació (o no) dels continguts de caràcter epistemològic. Igualment, apareixen seqüències en què el rol dels alumnes és eminentment actiu, i d'altres en què predominen les tasques en què els alumnes han d'adoptar un paper productiu. Igualment, tot i que hi ha algunes coincidències en la forma d'estructurar globalment la seqüència, no hi ha coincidències exactes en cap dels casos. Finalment, tot i aparèixer un major nombre de patrons d'ACE, la selecció concreta dels patrons (provinents d'un sol àmbit o d'ambdós àmbits) és molt variada.

Així doncs, si bé sí que hem pogut identificar l'aparició de tendències en relació a cadascun dels elements que configuren l'activitat científica escolar per separat (tipus de tasques, productes d'activitat científica, rol dels alumnes, estructura global i patrons d'ACE), tal com s'ha mostrat en els resultats presentats a l'apartat 9.6, és molt més difícil identificar l'aparició d'un patró coherent en el perfil global d'ACE. Creiem que faria falta disposar d'una mostra més àmplia per arribar a identificar i caracteritzar globalment els diversos perfils d'ACE que són més propis de les seqüències riques en activitat científica.

L'únic aspecte que totes les seqüències comparteixen és la poca presència relativa de les dades com a producte científic, i el desequilibri considerable entre les tasques dirigides a l'obtenció de dades i les tasques dirigides a l'establiment de fets

Aquesta conclusió no deixar de ser curiosa i intrigant, perquè d'entrada semblaria que no es poden fer ciències sense disposar d'un conjunt de dades. Les dades són un producte clau de l'activitat científica experta i també ho haurien de ser en l'activitat científica escolar.

Allò que considerem més destacable no és tan la presència quantitativa de la categoria *dades*, sinó el desequilibri que hem detectat en totes les seqüències entre l'obtenció de dades i l'establiment de fets. Si bé entenem que no és possible una equivalència total entre *dades* i *fets*, perquè això no reflectiria una activitat científica real, sí que considerem que hi hauria d'haver una certa tendència a l'equilibri i, per contra, el que hem obtingut en els nostres resultats és la presència d'un considerable desequilibri.

Tal com l'hem plantejada, i amb els objectius que ens proposàvem, la nostra recerca no pot aportar cap explicació concloent al paper que els estudiants atorguen a les dades en el conjunt de l'activitat científica que planifiquen en les seves seqüències d'activitats. Tot i això, volem fer algunes reflexions en aquest sentit. Per una banda, destacar que en cap dels documents analitzats en els casos d'estudi, només en un cas (cas 4) apareix un comentari en relació a l'obtenció de dades. Això concordaria amb el que ja s'ha indicat al marc teòric, en relació al fet que els estudiants i els mestres, així com els materials

curriculars d'ús habitual, presten molt poca atenció a les pràctiques d'obtenció, registre, anàlisi i modelització de les dades.

Aquesta situació potser s'expliqui perquè el tractament de dades és un contingut molt vinculat a l'àrea de matemàtiques, al qual no se li dóna un pes específic en ciències i només s'utilitza de manera operativa. En aquesta línia volem destacar que el cas 4, tot i introduir diversos continguts de caràcter epistemològic a la seva seqüència, no inclou entre aquests continguts el registre, l'anàlisi i la modelització de dades.

Aquesta poca consideració a les dades com a producte singular de l'activitat científica i com a element que ens aporta evidències per a l'elaboració de conclusions empíriques o teòriques, s'ha destacat com un element important en els models d'activitat científica escolar més innovadors, però probablement aquestes propostes no han arribat a la majoria de mestres i estudiants al nostre país. Això vol dir que aquests estudiants han tingut una experiència escolar vinculada a l'aprenentatge de les ciències en què les pràctiques vinculades amb l'obtenció i posterior tractament de les dades no han tingut una rellevància especial, i tampoc han trobat materials curriculars que en facin un tractament adequat. Pensem que cal més recerca sobre aquest aspecte del disseny pedagògic dels estudiants i els mestres.

Només en un cas (cas 4) apareixen d'una manera significativa continguts de caràcter epistemològic com a elements clau de l'activitat científica escolar que es planteja als alumnes

En el marc teòric hem assenyalat que el desenvolupament del pensament científic i l'adquisició de competència científica, no es vinculen només a la dimensió conceptual (aprendre ciència), sinó que també cal promoure que els alumnes aprenguin a fer ciència i que aprenguin sobre la ciència.

Els alumnes fan ciència quan se'ls implica d'una manera activa en les pràctiques d'activitat científica, però no aprenen a fer ciència ni poden comprendre a fons el conjunt

de l'activitat científica i la naturalesa del coneixement científic que aquesta permet generar (aprendre sobre la ciència) si no s'introdueixen tasques en què se'l impliqui en un procés d'aplicació i de metareflexió de les pràctiques científiques que utilitzen en una determinada investigació.

Com ja s'ha exposat al marc teòric, la recerca ha posat de manifest que els alumnes d'educació primària són perfectament capaços de millorar el seu coneixement sobre la naturalesa del coneixement científic i sobre els processos que s'utilitzen per generar-lo, quan se'ls implica en propostes d'ensenyament i aprenentatge que persegueixen explícitament aquesta millora en el coneixement epistemològic dels alumnes.

Malgrat aquestes consideracions, els resultats mostren que excepte el cas 4, cap altre grup incorpora la dimensió epistemològica en les seves seqüències o ho fa d'una manera àmplia i significativa. El cas 4 incorpora aquesta dimensió en ambdues SAE, la qual cosa mostra que és un aspecte que forma part de la seva concepció de l'activitat científica escolar. A l'apartat de conclusions vinculades a l'objectiu 3 explicarem les raons que considerem que expliquen la inclusió de la dimensió epistemològica només en aquest cas d'estudi.

No es pot considerar, en cap cas, que hi hagi una correspondència directa entre les estructures globals de les seqüències d'activitat analitzades i els models de referència per a la planificació que s'han descrit al marc teòric.

Al marc teòric hem descrit una sèrie de marcs de referència per a la planificació. La majoria dels marcs que s'han presentat, tot i que no tots (per exemple el cicle d'aprenentatge), són específics per a l'ensenyament de les ciències, i els més recents (EIMA, I-AIM, MoDels) incorporen el concepte de modelització i el vinculen amb la investigació empírica.

Els resultats que hem obtingut mostren que cap de les estructures observades es correspon de manera directa amb un o altre d'aquests marcs de referència, malgrat hi poden

compartir algunes fases. Al nostre entendre, això mostra que els marcs de referència massa estrictes només només s'utilitzen quan es forma expressament als estudiants per utilitzar-los i que, els marcs de referència més amplis (com el cicle d'aprenentatge) no delimiten prou bé el tipus d'activitat científica escolar que seria desitjable.

Malgrat això, i malgrat els resultats que hem obtingut, considerem que els marcs de referència continuen essent útils com a instruments de suport a la planificació de seqüències d'activitats en l'àmbit de l'ensenyament de les ciències, però també pensem que cal articular-los millor amb els patrons d'activitat científica.

Objectiu general 2. Identificar els canvis i continuïtats en els perfils d'ACE, entre la SAE inicial i la SAE final.

Una cosa és la descripció del perfil d'ACE en una determinada seqüència d'activitats, i una altra de diferent és identificar els tipus de canvis que apareixen quan aquesta seqüència és sotmesa a un procés d'anàlisi i revisió, que condueix a la possible introducció de modificacions en els components que configuren el perfil d'activitat científica escolar, ja sigui en el tipus de tasques, en els productes d'activitat científica, en el rol dels alumnes, en l'estructura global de la seqüència, en els patrons d'activitat científica escolar, o en més d'un d'aquests components a l'hora.

En tots els casos estudiats es produeixen canvis entre la SAE inicial i la SAE final i els canvis tenen com a resultat un augment de la riquesa en l'activitat científica a la seqüència final, excepte en aquells casos que la seqüència de partida ja és molt rica.

En tots els casos estudiats es produeix un augment de la riquesa en l'activitat científica proposada a la seqüència final, respecte la que es proposa a la seqüència inicial. Recordem que la riquesa, tal com l'hem definida, depèn del nombre i el tipus de patrons d'activitat científica escolar que apareixen en una seqüència d'activitats.

En tots els casos estudiats augmenta el nombre de patrons presents d'una seqüència a l'altra; en tots els casos també augmenta la diversitat del tipus de patrons, excepte en el cas 4, en què ja hi havia una gran varietat de tipus de patrons d'ACE, a la seqüència inicial.

El canvi més notable és en el rol dels alumnes, mentre que en els productes d'activitat científica s'observa molta més continuïtat.

Tots els casos estudiats coincideixen en proposar canvis relacionats amb el rol dels alumnes d'una seqüència a una altra. Així, si en les seqüències inicials es proposa als alumnes un rol eminentment passiu, a les seqüències finals aquest rol passiu, tot i ser present, es redueix d'una manera molt significativa en contraposició als rols actiu i productiu que són els que predominen d'una manera clara.

En tots els casos la seqüència final conté un nombre considerable d'episodis d'activitats dels alumnes considerats productius, tot i que en tres dels quatre casos (casos 1, 2 i 3), aquest rol no apareixia a la seqüència inicial. Considerem que aquest canvi és molt significatiu i que deriva directament de la formació rebuda, tal com comentarem més endavant quan expliquem els elements que poden explicar les diverses tendències de canvi.

Si bé aquesta tendència de canvi en el rol dels alumnes sembla ben consolidada, no es produeix el mateix fenomen amb els productes d'activitat científica.

L'establiment de fets és el que vertebra l'activitat científica escolar en la majoria dels casos estudiats, tant en una seqüència com en l'altra. En cap seqüència apareixen exemples d'activitat científica escolar centrada en la construcció, avaluació i revisió de models.

Respecte als productes d'activitat científica hem indentificat una clara continuïtat, relacionada amb un predomini de la categoria *fets*. Això indicaria que en la majoria de casos el model de ciència escolar que es manté, encara que sigui implícitament, és un model de ciència escolar que no té per objectiu la construcció, avaluació i progressiva revisió dels models teòrics dels alumnes, tot i els intents en aquesta direcció del cas 4, sinó que es tracta d'una activitat científica escolar que es focalitza en l'establiment de fets, i això és independent de quin és el tema sobre el qual s'investiga.

Tot i que l'augment purament quantitatiu de la categoria *idees* podria fer suposar una activitat científica més vinculada a aquest àmbit d'actuació i, potser, una activitat científica escolar més relacionada amb la modelització, el cert és que això no es dona; i no és dona perquè en la majoria de casos (excepte el cas 4) els episodis d'activitat vinculats a la categoria *idees* responen a la tasca d'exposar les pròpies idees a través de la formulació de prediccions no justificades, i a la posterior revisió d'aquestes prediccions, i això es fa evident en la freqüència d'aparició de patrons d'ACE com ara el *patró P-DF* o el *patró P-DF-R* en les seqüències finals de la majoria de grups.

Com ja s'ha exposat en la discussió de resultats dels casos particulars aquests patrons, malgrat vinculen accions d'ambdós àmbits d'actuació científica, són patrons molt simples, tancats en ells mateixos i, en última instància, centrats en l'establiment de fets. Malgrat tot, l'aparició d'aquests patrons és habitual en molts materials curriculars i per tant formen part del repertori d'estratègies que els estudiants tenen a disposició (Haysom & Bowen, 2010; Palmer, 1995). També són patrons que es vinculen molt directament amb una visió molt simple del "mètode científic", tal com han posat de manifest alguns estudis (Windschitl et al., 2008).

El principal canvi, i el més compartit, en l'estructura general de les seqüències és la incorporació d'una fase inicial d'exploració dels models dels alumnes. Malgrat això, en la majoria de casos, els models expressats pels alumnes no s'utilitzen més ni es posen a prova analitzant la seva coherència amb les evidències obtingudes de la investigació empírica.

En la majoria de casos el canvi més significatiu en l'estructura general d'una seqüència d'activitats és la incorporació d'una fase inicial d'activitats i tasques orientades a l'exploració dels models inicials dels alumnes.

Ho considerem un canvi rellevant perquè aquesta fase inicial no era present en cap de les SAE inicials analitzades. Les seqüències inicials començaven amb una fase d'exposició de fets i conceptes teòrics, per part de la mestra o una altra font externa, o bé començaven amb tasques d'explicitació dels coneixements previs dels alumnes. En el marc teòric i en la discussió dels resultats particulars ja ens hem referit abastament a la diferència entre explicitar els coneixements previs (que suposa fer recordar allò que se sap, fets, definicions), i explorar els models inicials (que suposa proposar situacions en què els alumnes hagin d'usar els seus models mentals sobre el fenomen que es pretén investigar).

Aquesta fase inicial d'exploració dels models que tots els grups incorporen queda, en la majoria de casos aïllada de la resta d'activitats que es proposen a la seqüència. De manera que, en aquests casos, no es pot considerar que s'adopti una perspectiva modelitzadora. En el cas 4 això no succeeix exactament igual i mostra una activitat científica escolar que l'aproxima molt més a una perspectiva modelitzadora en què models teòrics i evidències empíriques queden molt més articulats.

Val la pena dir que, per corroborar aquesta conclusió, caldria veure el desplegament real de la seqüència d'activitats a l'aula, i analitzar les interaccions entre el mestre i els alumnes. Només el cas 4, que mostra una gran capacitat de representar-se les situacions d'aula, han arribat a imaginar-se aquestes interaccions i les han incorporat a la descripció de les seves activitats.

Objectiu general 3. Identificar i caracteritzar els principals factors que expliquen els canvis i continuïtats observats en els perfils d'ACE.

Com ja s'ha explicat al marc teòric, en el moment que un docent es posa a planificar una seqüència d'activitats, hi ha una sèrie de factors que influeixen, encara que sigui implícitament, en el resultat final de la planificació. Més enllà de factors circumstancials com ara el temps, creiem que dels resultats de la recerca se'n pot derivar l'existència d'una sèrie de factors, que hem anomenat elements mediadors, i també se'n pot derivar el vincle entre un determinat element mediador i un o més components dels perfils d'activitat científica escolar.

Vinculta a aquest darrer objectiu, arribem a les següents conclusions

Tots els casos estudiats mostren un alt grau de coherència entre les seves concepcions i creences sobre l'ensenyament-aprenentatge de les ciències i els perfils d'ACE que apareixen a les seves planificacions.

Al marc teòric s'ha fet referència a la importància del component *orientacions* en el coneixement didàctic dels estudiants i els mestres per a l'ensenyament de les ciències, i s'ha fet referència a què les concepcions i/o creences sobre la ciència, les concepcions i/o creences sobre l'aprenentatge i les concepcions i/o creences sobre l'ensenyament influeixen l'actuació dels docents, sigui en el moment que planifiquen o sigui en el moment que actuen a l'aula.

Creiem que els resultats obtinguts de la identificació i l'efecte dels elements mediadors ens permeten sumar-nos a aquesta afirmació, perquè hem detectat un alt grau de coherència entre les concepcions i creences dels estudiants sobre l'ensenyament-aprenentatge de les ciències i els perfils d'ACE que apareixen a les seves planificacions.

No obstant, no tots els elements mediadors que hem pogut identificar juguen el mateix

paper, i contribueixen igualment a aquesta coherència, tal com exposem en les dues conclusions següents.

Els elements mediadors que expliquen més àmpliament el perfil d'ACE que apareix en una seqüència d'activitats són les concepcions/creences sobre la ciència (sobretot en relació als productes i als patrons d'activitat científica), les concepcions/creences sobre l'aprenentatge (sobretot en relació al rol dels alumnes) i les concepcions/creences sobre l'ensenyament (sobretot en relació a l'estructura general de la seqüència).

Els resultats obtinguts mostren dues grans concepcions/creences sobre la ciència escolar: entendre-la com un procés d'adquisició de coneixement factual (casos 1, 2 i 3) o entendre-la com un procés de generació d'explicacions en base a l'evidència (cas 4).

D'entrada sembla que hi ha una relació clara entre les concepcions/creences sobre la ciència escolar identificades com a elements mediadors, i molts dels components del perfil d'activitat científica escolar que apareixen a les seqüències, de manera que una visió de la ciència com a adquisició de coneixement factual per part dels estudiants coincideix amb un desequilibri de la categoria *fets* respecte la categoria *idees*, amb un predomini dels fets, i amb un predomini dels patrons exclusivament vinculats a l'àmbit d'actuació de les dades i els fets, o bé que vincuen ambdós àmbits d'una manera molt superficial (per exemple en el *patró P-DF-R*). Quan, per contra, les estudiants adopten una visió de la ciència escolar com un procés de generació d'explicacions en base a l'evidència, apareix un major equilibri entre les categories *fets* i *idees*, i molts més patrons que vinculen ambdós àmbits d'una manera més sofisticada, o que suposen l'actuació exclusiva en l'àmbit de les idees, els models i les explicacions (més enllà del *patró EX*, molt comú en les seqüències finals de tots els casos).

En relació a les concepcions/creences sobre l'aprenentatge, quan les estudiants manifesten una visió propera a la teoria directa o a la teoria interpretativa, hi ha un predomini del rol passiu o actiu dels alumnes, sense que aparegui (o molt poc) el rol productiu. Per contra,

quan s'adopta una visió constructivista predomina clarament el rol productiu, per sobre del rol actiu o passiu (que a penes apareix).

Finalment, observem una clara relació entre la concepció de l'organització general de l'ensenyament i l'estructura global de la seqüència. Així en els casos en què s'adopta una visió dicotòmica de la teoria respecte la pràctica, observem com l'estructura general de la seqüència segueix aquesta distinció, amb una fase inicial d'exposició dels fets i conceptes teòrics, seguida d'una fase "pràctica" centrada en la investigació empírica. Quan s'adopta una visió de l'ensenyament com a successió de problemes d'investigació, la distinció anterior no apareix i la seqüència presenta una estructura molt més coherent i integrada.

Altres elements mediadors tenen un paper més contextual i situat en el procés de planificació específic que s'estigui portant a terme.

En tots els grups, a més a més dels elements mediadors anteriorment exposats que es vinculen al component orientacions del CDec de les estudiants, apareixen altres elements que actuen com a mediadors en situacions específiques de planificació.

Òbviament un d'aquests elements és el conjunt de reflexions que ha provocat la tasca d'anàlisi i revisió de la seqüència inicial. Sense la mediació d'aquesta reflexió, no s'haurien provocat canvis en la planificació inicial. Tot i això, volem destacar que no en tots els grups han tingut un mateix pes totes les revisions, essent la revisió de l'atenció al pensament científic dels alumnes la que considerem que ha tingut un paper més rellevant.

Altres elements mediadors que creiem que han tingut un paper més situat i contextual són, l'actitud cap a les ciències, les experiències personals com a antigues alumnes de ciències, la consulta i adaptació de materials curriculars i la disponibilitat de recursos i estratègies didàctiques vinculades al tema específic de la SAE. Cadascun d'aquests elements intervé d'una manera diferent segons la seqüència planificada i segons el cas, tal com ja s'ha mostrat en la discussió de resultats de l'apartat 9.6

Els elements mediadors més influents són els que menys canvien. Les millores en els perfils d'activitat científica escolar es poden interpretar com a models sintètics i per consolidar-se requeririen un canvi profund i integrat en les concepcions/creences que hem considerat més influents.

En els resultats presentats a l'apartat 9.6 (esquemes circulars) s'observa que en cap cas hem identificat un canvi subsancial en cap dels elements mediadors que considerem que tenen una influència més profunda i més àmplia a l'hora de definir un o altre perfil d'activitat científica escolar. Siguin les que siguin com a punt de partida, les concepcions/creences sobre la ciència, sobre l'aprenentatge i sobre l'organització general de l'ensenyament es mantenen d'una a l'altra seqüència.

Malgrat això, detectem una millora en l'activitat científica escolar que es planteja en les seqüències finals. Aquest resultat es pot interpretar per la influència circumstantial i puntual dels elements mediadors menys influents, tal com hem dit anteriorment, però també el podem interpretar des del concepte de model sintètic que s'ha exposat al model teòric.

En base al concepte de model sintètic, entenem que l'assignatura ha contribuït a introduir nous coneixements didàctics que els alumnes han integrat al seu sistema inicial de concepcions i creences. En el cas 4 la nova informació encaixa perfectament amb aquest sistema inicial de creences, i per tant es dona un procés d'enriquiment en el CDec.

Per contra en els altres tres casos (casos 1, 2 i 3) la nova informació introduïda (sobre la ciència escolar, sobre l'aprenentatge i sobre l'ensenyament) xoca amb el sistema de creences inicial de les estudiants, i en un intent per donar-hi sentit n'integren alguns elements i en canvi en menystenen d'altres. Així, incorporen un nou rol més productiu per als alumnes i tenen més en compte les seves idees però no incorporen això a una nova visió de l'aprenentatge i, encara menys, a una nova visió de la ciència escolar, entesa com un procés de (re)construcció dels models teòrics dels alumnes en base a les evidències

obtingudes de la investigació.

Considerem molt interessant aquesta conclusió perquè ens permet contemplar el procés d'adquisició de coneixement didàctic per a l'ensenyament de les ciències com un procés difícil i, sobretot, lent. Amb una proposta de revisió de les pròpies produccions dels estudiants com la que hem utilitzat en aquest estudi i en l'assignatura que s'emmarca, aconseguim una millora indubtable en l'activitat científica, però no aconseguim un canvi en els factors que més directament influeixen en la capacitat de disseny pedagògic dels docents en relació a l'activitat científica que proposen als seus alumnes, de manera que allò aconseguit pot fàcilment revertir. A més a més, ens queda el dubte de quin seria el perfil d'ACE si en la mateixa assignatura s'hagués proposat planificar una seqüència d'activitats sobre un altre tema.

Aquesta conclusió, també ens fa decantar per concebre el sistema de creences dels estudiants vinculat al component orientacions, com un sistema poc integrat, en què es poden produir avenços en uns casos, per exemple les concepcions/creences sobre l'aprenentatge, i en canvi mantenir-se intactes en altres casos, per exemples les concepcions/creences sobre la ciència. Aquesta situació, l'hem detectada clarament en els nostres resultats.

10.3 Implicacions de la recerca

En aquest apartat exposem d'una manera molt breu les diverses implicacions que considerem que pot tenir la recerca presentada. Donat que es tracta d'una recerca vinculada a la formació docent, exposem les implicacions que la recerca pot tenir en la investigació sobre les capacitats de disseny pedagògic dels estudiants de mestre, però també exposem les implicacions que té en relació al disseny de propostes de formació de mestres per a l'ensenyament de les ciències.

10.3.1. Implicacions per a futures recerques

*“Vale más pregunta en mano,
que cien respuestas volando”*

Albert Pla

Tota investigació ha d'obrir nous interrogants perquè una recerca, en el camp que sigui, ha de generar noves oportunitats de recerca. És aquesta successió de pregunta, resposta, pregunta, resposta, que actua com un cercle virtuós, com una trebinella, que ens permet anar penetrant, cada vegada més, la realitat investigada.

La que ara hem presentat, ha obert nous interrogants al seu autor, i potser obri nous interrogants als lectors (tant de bo!). En citem alguns sense la pretensió d'esgotar, amb aquests pocs exemples, totes les possibilitats d'interrogació que aquest treball ens pot arribar a suscitar. Ho fem d'una manera molt simple, en forma de grans preguntes de recerca (una sola, o un conjunt de preguntes relacionades), perquè considerem que així és com es posa més clarament de manifest cap on podríem conduir la recerca a partir d'ara.

Noves preguntes de recerca:

- Com es poden arribar a caracteritzar els perfils d'ACE en les seqüències més riques en activitat científica escolar, més enllà de la detecció de tendències generals per a cadascun dels components de l'activitat científica escolar?
- Un determinat perfil d'ACE, és independent del tema específic sobre el qual cal elaborar la planificació? Podríem trobar-nos amb perfils d'ACE diferents en seqüències planificades per un mateix estudiant o grup d'estudiants? Diferirien molt?
- Quin paper atribueixen els estudiants de mestre a les pràctiques vinculades a l'obtenció, registre, anàlisi i modelització de les dades? Ho distingeixen de l'establiment de fets? Com relacionen tots aquests tipus de pràctiques?

- Quines són les millors estratègies formatives per mobilitzar i modificar les concepcions que tenen un paper més fonamental com a mediadors de la planificació (concepció sobre la ciència, sobre l'aprenentatge de les ciències i sobre l'ensenyament)?
- Els perfils d'ACE que mostren els estudiants de mestre, equivalen als perfils d'ACE que mostren els mestres novells o els mestres experts? Es pot arribar a establir una progressió d'aprenentatge relacionada amb la capacitat de dissenyar contextos d'activitat científica escolar?
- Quins perfils d'ACE apareixen en els materials curriculars actualment disponibles i de consulta més habitual per part dels mestres? Quins perfils d'ACE apareixen en materials considerats innovadors (*ARC, Nuffield Primary Science, La main à la patte*, etc.)? Com influeixen tots aquests materials al procés de planificació dels estudiants?
- Com es podria dissenyar un instrument útil per a la formació dels estudiants de mestre que articuli els marcs de referència per a la planificació i els patrons d'activitat científica?

10.3.2 Implicacions per a la formació inicial dels mestres

*“Vós mestre per què ensenyeu?
Ensenyo per tal d'aprendre”*

Pere Quart

La cita que encapçala aquest apartat, extreta de la tesi de l'Arnau Amat, company de departament i de grup de recerca a la Universitat de Vic, ens val com a tal, però també ens valdria si enlloc de dir “ensenyó per tal d'aprendre”, diguéss “investigo per tal d'aprendre”.

Com ja hem explicat a la presentació de la recerca, una de les motivacions personals que l'han impulsada, i que també hem expressat com a finalitat, és la voluntat de contribuir a una millor comprensió dels estudiants de mestre, en una faceta molt concreta com és la de

dissenyadors de contextos d'activitat científica dirigits a alumnes d'educació Primària alineats amb les propostes actuals basades en la investigació i la modelització.

Ineludiblement, per tant, els resultats i conclusions obtinguts ens havien d'obrir la possibilitat de reflexionar sobre els programes de formació inicial de mestres, i sens dubte ho han fet. Exposem molt breument a continuació aquestes reflexions, agrupant-les en blocs. Alguns, no fan referència a aspectes directament relacionats amb els programes formatius, sinó que es refereixen a aspectes que considerem complements necessaris per a aquests programes.

Implicacions en relació als continguts didàctics que conformen els programes formatius

Proposem una sèrie de continguts que sabem que no sempre formen part de la formació dels estudiants de mestre i que, segons els nostres resultats i conclusions, ajudarien a millorar la capacitat de disseny pedagògic dels estudiants. Creiem que caldria introduir com a continguts formatius:

- La naturalesa de la ciència, reflexionant sobre què és la ciència i introduint de manera explícita la distinció entre els àmbits d'actuació científica.
- El concepte d'activitat científica escolar i les formes que pot adoptar, i vincular-ho a les concepcions sobre la ciència, l'ensenyament i l'aprenentatge.
- Els marcs de referència per a la planificació com a instruments que poden ser útils tant a l'anàlisi de propostes curriculars concretes com al disseny de seqüències d'activitats.
- Els patrons amb què es pot manifestar l'activitat científica, i valorar la seva idoneïtat per a les diverses fases del/dels marcs de referència per a la planificació que s'hagin presentat als estudiants.
- Pautes per descriure les interaccions entre alumnes, o entre alumnes i docents, sobretot en relació a aquells episodis d'activitat en què es mobilitzen les explicacions dels alumnes.
- Introduir de manera explícita els elements mediadors que sabem que influeixen en el procés de planificació, i que hem identificat en aquesta investigació.

- Fer molt més èmfasi en com és d'important aprendre a fer ciència i aprendre sobre la ciència, i mostrar en quines situacions es promou la millora del coneixement epistemològic dels alumnes, i en quines no.
- Introduir la distinció entre tasques més vinculades a l'ACE i tasques prestades, i saber reconèixer en quines ocasions cal usar unes o les altres.

Implicacions en relació a les activitats que es podrien incorporar als programes formatius

Aquí considerem alguns activitats que creiem que seria útil d'incorporar ens els programes de formació inicial de mestres. Són:

- Proposar seqüències d'activitats basades en la investigació i la modelització en què els estudiants actuïn com a alumnes i, simultàniament o posteriorment, analitzar-les en relació a com es vehicula l'activitat científica.
- Introduir l'observació i anàlisi de gravacions de converses entre alumnes, o entre alumnes i mestres, en situacions diverses, però sobretot en relació a: (a) l'elaboració de conclusions empíriques, (b) la construcció i defensa d'explicacions, i (c) l'anàlisi de dades.
- Oferir tantes oportunitats com sigui possible de planificar, avaluar i revisar seqüències d'activitats i vincular-ho a la pràctica d'aula sempre que sigui possible, en la línia del que altres estudis també plantegen (Zemal-Saul et al., 2000).
- Dissenyar noves graelles d'anàlisi de les SAE basades en les categories utilitzades en aquest treball per a l'anàlisi dels perfils d'ACE. Eliminar la graella d'anàlisi de la presència de realitat i analitzar la possibilitat de dissenyar graelles d'anàlisi sobre els continguts conceptuals de la seqüència, per a d'altres àmbits que no siguin els éssers vius.
- Incorporar més activitats que facin explícites als propis estudiants i al professor, les concepcions dels estudiants sobre la ciència, l'aprenentatge i l'ensenyament.

Implicacions en relació als materials curriculars que serien més útils per a un programa formatiu

Com altres estudis ja han posat de manifest, els materials curriculars actualment disponibles per a l'ensenyament de les ciències no sempre recullen les aportacions més actualitzades, i normalment no són bons exemples de propostes centrades en la investigació i la modelització dels alumnes (Kesidou & Roseman, 2002).

Malgrat això, aquesta i altres recerques posen de manifest que els materials curriculars actuen com un element mediador en la planificació dels estudiants, que en alguns casos pot arribar a tenir un efecte molt important, ja sigui perquè aporta noves idees, recursos, estratègies o, justament al contrari, perquè no aporten res que sigui coherent amb el model didàctic que els estudiants volen imprimir a la seva planificació.

Per això considerem fonamental:

- Dissenyar bons materials curriculars, alineats amb les propostes d'investigació i modelització i,
- Introduir de manera sistemàtica pràctiques d'anàlisi de materials curriculars.

“Molt està per fer, i molt és possible”

Miquel Martí i Pol

(amb permís del poeta)

Bibliografia

- Abell, S. K. (2007). Research on science teacher education. In *Handbook of research on science education* (pp. 1105–1150). London: Routledge.
- Abell, S. K. (2008). Twenty Years Later: Does pedagogical content knowledge remain a useful idea? *International Journal of Science Education*, 30(10), 1405–1416.
- Abell, S. K., Appleton, K., & Hanuscin, D. L. (2010). *Designing and teaching the elementary science methods course*. New York: Routledge.
- Abell, S. K., Rogers, M. a. P., Hanuscin, D. L., Lee, M. H., & Gagnon, M. J. (2008). Preparing the Next Generation of Science Teacher Educators: A Model for Developing PCK for Teaching Science Teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 20(1), 77–93.
- Acher, A., Arcà, M., & Sanmartí, N. (2007). Modeling as a Teaching Learning Process for Understanding Materials: A Case Study in Primary Education. *Science Education*, 91, 398–418.
- Allen, M. (2010). *Misconceptions in primary science*. Maidenhead: Open University Press.
- Anderson, C. W., & Smith, E. L. (1987). Teaching science. In V. Richardson-Koehler (Ed.), *Educators' handbook: a research perspective* (pp. 84–111). New York: Longman.
- Anderson, R. D. (2002). Reforming Science Teaching: What Research says about Inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), 1–12.
- Appleton, K. (2002). Science Activities That Work: Perceptions of Primary School Teachers. *Research in Science Education*, (32), 393–410.
- Appleton, K. (2003). How do beginning Primary school teachers cope with science? Toward an Understanding of Science Teaching Practice. *Research in Science Education*, 33, 1–25.
- Appleton, K. (2006). *Elementary science teacher education: international perspectives on contemporary issues and practice*. Mahwah, N.J. [etc.]: Lawrence Erlbaum Associates.
- Appleton, K., & Kindt, I. (1999). Why teach primary science? Influences on beginning teachers' practices. *International Journal of Science Education*, 21, 155–168.
- Avraamidou, L. (2013). Prospective Elementary Teachers' Science Teaching Orientations

- and Experiences that Impacted their Development. *International Journal of Science Education*, 35(10), 1698–1724.
- Avraamidou, L., & Zembal-Saul, C. (2010). In search of well-started beginning science teachers: Insights from two first-year elementary teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(6), 661–686.
- Benlloch, M. (1997). *Desarrollo cognitivo y teorías implícitas en el aprendizaje de las ciencias*. Madrid: Visor.
- Berland, L. K., & McNeill, K. L. (2012). For whom is argument and explanation a necessary distinction? A response to Osborne and Patterson. *Science Education*, 96(5), 808–813.
- Berland, L. K., & Reiser, B. J. (2009). Making sense of argumentation and explanation. *Science Education*, 93(1), 26–55.
- Bernal, J. M. (2001). *Renovación pedagógica y enseñanza de las ciencias. Medio siglo de propuestas y experiencias escolares (1882-1936)*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- Beyer, C. J., & Davis, E. a. (2008). Fostering Second Graders' Scientific Explanations: A Beginning Elementary Teacher's Knowledge, Beliefs, and Practice. *Journal of the Learning Sciences*, 17(3), 381–414.
- Beyer, C. J., & Davis, E. a. (2012). Learning to critique and adapt science curriculum materials: Examining the development of preservice elementary teachers' pedagogical content knowledge. *Science Education*, 96(1), 130–157.
- Bisquerra, R. (2012). *Metodología de la investigación educativa*. Madrid: Editorial La Muralla.
- Blumenfeld, P. C., Hicks, L., & Krajcik, J. S. (1996). Teaching educational psychology through instructional planning. *Educational Psychologist*, 31(1), 51–61.
- Boyer, M. (2006). *Le goût des sciences*. Paris: INRP.
- Braaten, M., & Windschitl, M. (2011). Working toward a stronger conceptualization of scientific explanation for science education. *Science Education*, 95(4), 639–669.
- Brewer, W. F. (2008). In what sense can the child be considered to be a “little scientist”? In R. A. Duschl & R. E. Grandy (Eds.), *Teaching scientific inquiry. Recommendations for research and implementation*. (pp. 38–49). Rotterdam: Sense Publishers.
- Brown, P. L., & Abell, S. K. (2007). Examining the Learning Cycle. *Science and Children*, 58–59.
- Bryan, L. A. (2003). Nestedness of beliefs: examining prospective elementary teacher's

- belief system about science teaching and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(9), 835–868.
- Bryan, L. A. (2012). Research on science teachers beliefs. In B. J. Fraser, K. G. Tobin, & C. J. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education*. Dordrecht: Springer.
- Bryan, L. a., & Abell, S. K. (1999). Development of professional knowledge in learning to teach elementary science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(2), 121–139.
- Bybee, R. W. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Portsmouth: Heinemann.
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van, P., Powell, J. C., Westbrook, A., ... Knapp, N. (2006). The BSCS 5E Instructional Model : Origins and Effectiveness A Report Prepared for the Office of Science Education by 5415 Mark Dabling Boulevard, (June).
- Campbell, B., & Fulton, L. (2003). *Science notebooks : writing about inquiry*. Portsmouth : Heinemann.
- Carey, S. (1985). *Conceptual change in childhood*. Cambridge, Mass. [etc.] : MIT Press.
- Carey, S. (1995). On the origin of causal understanding. In D. Sperber, D. Premack, & A. J. Premack (Eds.), *Causal cognition: a multidisciplinary debate* (pp. 268–308). New York: Clarendon Press.
- Carey, S. (2000). Science education as conceptual change. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 21(2), 13–19.
- Carey, S., & Smith, C. L. (1993). On understanding the nature of scientific knowledge. *Educational Psychologist*, 28(3), 235–251.
- Chi, M. T. H. (2008). Three Types of Conceptual Change: Belief Revision, Mental Model Transformation, and Categorical Shift. In *The handbook of research on conceptual change* (pp. 61–82). London: Routledge.
- Chinn, C. A., & Brewer, W. F. (1998). An empirical test of a taxonomy of responses to anomalous data in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(6), 623–654.
- Chinn, C. A., & Brewer, W. F. (2001). Models of Data : A Theory of How People Evaluate Data Models of Data : A Theory of How People Evaluate Data. *Cognition and Instruction*, 19(3), 323–393.
- Chinn, C. A., & Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools:

- A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science Education*, 86(2), 175–218.
- Clement, J. (2000). Model based learning as a key research area for science education. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1041–1053.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2011). *Research methods in education* (7th ed.). London: Routledge.
- COSCE. (2011). *Informe ENCIENDE. Enseñanza de las ciencias en la didáctica escolar para edades tempranas en España*. Madrid: Confederación de Sociedades Científicas de España.
- Couso, D. (2007). De la moda de aprender indagando a la indagación para modelizar: una reflexión crítica. *XXVI Encuentros APICE. Conferencia Plenaria Inaugural*.
- Crotty, M. (1998). *The foundations of social research. Meaning and perspective in the research process*. London: SAGE.
- D'Ensenyament, D. (2008). *Desplegament del currículum a l'educació primària*. Barcelona: Generalitat de Catalunya.
- Davis, E. A. (2006). Preservice elementary teachers' critique of instructional materials for science. *Science Education*, 90(2), 348–375.
- Davis, E. A., Beyer, C., Forbes, C. T., & Stevens, S. (2011). Understanding pedagogical design capacity through teachers' narratives. *Teaching and Teacher Education*, 27(4), 797–810.
- Davis, E. A., Petish, D., & Smithey, J. (2006). Challenges new science teachers face. *Review of Educational Research*, 76(4), 607–651.
- Davis, E. A., Petish, D., & Smithey, J. (2006). Challenges New Science Teachers Face. *Review of Educational Research*, 76(4), 607–651. doi:10.3102/00346543076004607
- Davis, E. A., & Smithey, J. (2009). Beginning teachers moving toward effective elementary science teaching. *Science Education*, 93(4), 745–770.
- DeBoer, G. (1991). *A history of ideas in science education. Implications for practice*. New York: Teachers College Press.
- DiSessa, A. (2008). A bird's-eye view of the “pieces” vs. “coherence” controversy (from the “pieces” side of the fence). In S. Vosniadou (Ed.), *International handbook of research on conceptual change* (pp. 35–60). London: Routledge.
- diSessa, A. A. (1993). Toward an epistemology of physics. *Cognition and Instruction*, 10(2-3), 105–225.
- DiYanni, C., & Kelemen, D. (2005). Time to get a new mountain? The role of function in

- children's conceptions of natural kinds. *Cognition*, 97(3), 327–35.
- Driver, R. (1999). *Dando sentido a la ciencia en secundaria : investigaciones sobre las ideas de los niños*. Madrid : Visor.
- Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1989). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid : Ministerio de Educación y Ciencia. Centro de Publicaciones.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1996). *Young people's images of science*. London: Open University Press.
- Duit, R. (2009). *Bibliography: students' and teachers' conceptions and science education*. Kiel: Leibniz Institute for Science and Mathematics Education.
- Duschl, R. A. (1997). *Renovar la enseñanza de las ciencias*. Madrid: Narcea.
- Duschl, R. A., & Grandy, R. E. (Eds.). (2008). *Teaching scientific inquiry: recommendations for research and implementation*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Eisenkraft, A. (2003). Expanding de 5E model. *The Science Teacher*, 70(6), 56–59.
- Erduran, S., & Jiménez Aleixandre, M. P. (2008). *Argumentation in science education : perspectives from classroom-based research*. New York : Springer.
- Flick, L. B., & Lederman, N. G. (Eds.). (2006). *Scientific inquiry and nature of science: implications for teaching, learning and teacher education*. Dordrecht: Springer.
- Forbes, C. T., & Davis, E. A. (2008). The development of preservice elementary teachers' curricular role identity for science teaching. *Science Education*, 92(5), 909–940.
- Forbes, C. T., & Davis, E. a. (2010). Curriculum design for inquiry: Preservice elementary teachers' mobilization and adaptation of science curriculum materials. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(7), 820–839.
- Forbes, C. T., Lange, K., Möller, K., Biggers, M., Laux, M., & Zangori, L. (2014). Explanation-Construction in Fourth-Grade Classrooms in Germany and the USA: A cross-national comparative video study. *International Journal of Science Education*, 36(14), 2367–2390.
- Friedrichsen, P., Driel, J. H. Van, & Abell, S. K. (2011). Taking a closer look at science teaching orientations. *Science Education*, 95(2), 358–376.
- Furtak, E. M. (2006). The problem with answers: An exploration of guided scientific inquiry teaching. *Science Education*, 90(3), 453–467.
- Galindo, A. A. G., Sanmartí, N., & Pujol, R. M. (2006). Explaining events in the environment to primary school students. *Journal of Biological Education*, 40(4), 149–154.
- García, J. E., & Cubero, R. (2000). Constructivismo y formación inicial del profesorado.

- Las concepciones de los estudiantes de magisterio sobre la naturaleza y el cambio de las ideas del alumnado de primaria. *Investigación En La Escuela*, 42(55-65).
- Garcia-Milà, M., & Andersen, C. (2007). Developmental Change in Notetaking during Scientific Inquiry. *International Journal of Science Education*, 29(8), 1035–1058.
- Garcia-Milà, M., Andersen, C., & Rojo, N. E. (2011). Elementary Students' Laboratory Record Keeping During Scientific Inquiry. *International Journal of Science Education*, 33(7), 915–942.
- Gardner, H. (1993). *La mente no escolarizada: cómo piensan los niños y como deberían enseñar las escuelas*. Barcelona: Paidós.
- Geary, D. C. (2005). *The origin of mind. Evolution of brain, cognition, and general intelligence*. Washington DC: American Psychological Association.
- Gelman, S. A. (2003). *The Essential child : origins of essentialism in everyday thought*. New York : Oxford University Press.
- Gess-Newsome, J., & Lederman, N. G. (1999). *Examining pedagogical content knowledge : the construct and its implications for science education*. Dordrecht [etc] : Kluwer Academic Publishers.
- Giere, R. N. (1988). *Explaining science. A cognitive approach* (University.). Chicago.
- Gilbert, S. W. (2011). *Models-based science teaching*. Arlington, Va. : NSTA Press.
- Gobert, J. D., & Buckley, B. C. (2000). Introduction to model-based teaching and learning, 22(9), 891–894.
- Grossman, P. L. (1990). *The making of a teacher*. New York: Teachers College Press.
- Gunckel, K. L. (2008). Preservice elementary teachers learning to use curriculum materials to plan and teach science. *Doctoral Dissertation Unpublished*.
- Gunckel, K. L. (2011). Mediators of a Preservice Teacher's Use of the Inquiry-Application Instructional Model. *Journal of Science Teacher Education*, 22(1), 79–100.
- Gunckel, K. L. (2013). Fulfilling multiple obligations: Preservice elementary teachers' use of an instructional model while learning to plan and teach science. *Science Education*, 97(1), 139–162. Retrieved from <http://doi.wiley.com/10.1002/sce.21041>
- Hammer, D., & Zee, E. van der. (2006). *Seeing the science in children's thinking : case studies of student inquiry in physical science*. Portsmouth, NH : Heinemann.
- Hanuscin, D. L., Lee, M. H., & Akerson, V. L. (2011). Elementary teachers' pedagogical content knowledge for teaching the nature of science. *Science Education*, 95(1), 145–167.

- Harlen, W. (2000). *The Teaching of science in primary schools*. London: David Fulton Publishers.
- Harlen, W. (2015). *Teaching science for understanding in Elementary and Middle schools*. Portsmouth: Heinemann.
- Harlen, W., Elstgeest, J., & Jelly, S. (2001). *Primary science. Taking the plunge*. (2nd ed.). Portsmouth: Heinemann.
- Hashweh, M. (2005). Teacher pedagogical constructions: a reconfiguration of pedagogical content knowledge. *Teachers and Teaching*, 11(3), 273–292.
- Haysom, J., & Bowen, M. (2010). *Predict, observe, explain. Activities enhancing scientific understanding*. Arlington: NSTA Press.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de Las Ciencias*, 12(3), 299–313.
- Hofer, B. K., & Pintrich, P. R. (2002). *Personal epistemology. The psychology of beliefs about knowledge and knowing*. Routledge.
- Izquierdo, M., & Adúriz-Bravo, A. (2003). Epistemologica foundations of school science. *Science & Education*, 12, 27–43.
- Izquierdo, M., & Aliberas, J. (2004). *Pensar, actuar i parlar a la classe de ciències. Per un ensenyament de les ciències racional i raonable*. Bellaterra: UAB.
- Izquierdo, M., Espinet, M., Garcia, M. P., Pujol, R. M., & Sanmartí, N. (1999). Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar. *Enseñanza de Las Ciencias, número ext*, 79–91.
- Jacobs, C. L., Martin, S. N., & Otieno, T. C. (2008). A Science Lesson Plan Analysis Instrument for formative and summative program evaluation of a teacher education program. *Science Education*, 92(6), 1096–1126.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (2010). *10 ideas clave: competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (2011). Sandra K. Abell and Norman G. Lederman (eds): Handbook of Research in Science Education. *Science & Education*, 20(5-6), 577–583.
- Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental models*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Jorba, J., & Casellas, E. (1997). *La regulación y la autoregulación de los aprendizajes. Volumen I*. Madrid: Síntesis.
- Justi, R., & Gilbert, J. (2003). Teachers' views on the nature of models. *International Journal of Science Education*, 25(11), 1369–1386.

- Karmiloff-Smith, A. (1994). *Más allá de la modularidad: la ciencia cognitiva desde la perspectiva del desarrollo*. Madrid: Alianza Editorial.
- Karplus, R., & Thier, H. D. (1967). *A new look at elementary school science*. Chicago: Rand McNally & Company.
- Kelemen, D. (1999). The scope of teleological thinking in preschool children. *Cognition*, 70(3), 241–272.
- Kenyon, L., Schwarz, C. V., & Hug, B. (2008). The Benefits of Scientific Modeling. *Science and Children*, 40–44.
- Kesidou, S., & Roseman, J. E. (2002). How well do middle school science programs measure up? Findings from Project 2061's curriculum review. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 522–549.
- Klahr, D. (2002). *Exploring science: the cognition and development of discovery processes*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Klahr, D., & Li, J. (2005). Cognitive Research and Elementary Science Instruction: From the Laboratory, to the Classroom, and Back. *Journal of Science Education and Technology*, 14(2), 217–238.
- Klentschy, M. (2008). *Using science notebooks in elementary classrooms*. Arlington: NSTA Press.
- Konicek-Moran, R., & Keeley, P. (2015). *Teaching for conceptual understanding in science*. Arlington, Va.: NSTA Press.
- Koslowski, B. (1996). *Theory and evidence: the development of scientific reasoning*. Cambridge: MIT Press.
- Koslowski, B., Marasia, J., Chelenza, M., & Dublin, R. (2008). Information becomes evidence when an explanation can incorporate it into a causal framework. *Cognitive Development*, 23(4), 472–487.
- Krajcik, J. S., & Czerniak, C. M. (2014). *Teaching science in elementary and middle school*. New York: Routledge.
- Kuhn, D., Amsel, E., & O'Loughlin, M. (1988). *The development of scientific thinking skills*. San Diego: Academic Press.
- Kuhn, D., & Pease, M. (2008). What Needs to Develop in the Development of Inquiry Skills? *Cognition and Instruction*, 26(4), 512–559.
- Latorre, A., Del Rincon, D., & Arnal, J. (1996). *Bases metodológicas de la investigación educativa*. Barcelona: Hurtado ediciones.
- Lawson, A. E. (2003). The nature and development of hypothetico-predictive

- argumentation with implications for science teaching. *International Journal of Science Education*, 25(11), 1387–1408.
- Leach, J., & Scott, P. (2000). The concept of learning demand as a tool for designing teaching sequences.
- Leach, J., & Scott, P. (2002). Designing and Evaluating Science Teaching Sequences: An Approach Drawing upon the Concept of Learning Demand and a Social Constructivist Perspective on Learning. *Studies in Science Education*, 38(1), 115–142.
- Lehrer, R., & Schauble, L. (2004). Modeling Natural Variation Through Distribution. *American Educational Research Journal*, 41(3), 635–679.
- Lehrer, R., & Schauble, L. (2006). *Investigando los datos reales en la escuela : [ampliar la comprensión infantil de las matemáticas y de las ciencias]*. Morón : Cooperación Educativa Kikiriki.
- Lijnse, P. (2004). Didactical structures as an outcome of research on teaching–learning sequences? *International Journal of Science Education*, 26(5), 537–554.
- Lotter, C., Harwood, W. S., & José Bonner, J. (2007). The Influence of Core Teaching Conceptions on Teachers ' Use of Inquiry Teaching Practices, 44(9), 1318–1347.
- Loughran, J., Mulhall, P., & Berry, A. (2004). In Search of Pedagogical Content Knowledge in Science : Developing Ways of Articulating and Documenting Professional Practice, 41(4), 370–391.
- Magnusson, S. J., Krajcik, J. S., & Borko, H. (1999). Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In K. A. Publishers (Ed.), *Examining pedagogical content knowledge*. (pp. 95–132). Dordrecht.
- Márquez, C., Roca, M., & Via, A. (2003). Plantejar bones preguntes: el punt de partida per mirar, veure i explicar amb sentit. In N. Sanmartí (Ed.), *Aprendre ciències tot aprenent a escriure ciència* (pp. 29–58). Barcelona: Edicions 62.
- Martí, J. (2002). *Anàlisi de les propostes d'intervenció a l'aula i del coneixement didàctic del contingut en relació als sistemes vius en un grup d'estudiants de mestre d'educació primària*. Bellaterra: Treball de recerca inèdit.
- Martí, J. (2012). *Aprendre ciències a l'educació primària*. Barcelona : Graó.
- Martí, J., Amat, A., & Jiménez, I. (2013). El uso de evidencias en la escritura científica en los estudiantes de magisterio. *Textos. Didáctica de La Lengua Y La Literatura*, 64, 40–46.
- Martínez Chico, M. (2013). *Formación inicial de maestros para la enseñanza de las*

- ciencias, Diseño, implementación y evaluación de una propuesta de enseñanza.* Almería: Universidad de Almería.
- Martins, I. (2002). Aprender a llevar a cabo una investigación en los primeros años de escolaridad. *Aula de Innovación Educativa*, (113), 14–17.
- McNeill, K. L. (2011). Elementary students' views of explanation, argumentation, and evidence, and their abilities to construct arguments over the school year. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(7), 793–823.
- McNeill, K. L., & Martin, D. M. (2011). Claims, Evidence, and Reasoning: Demystifying data during a unit on simple machines. *Science and Children*, 48(8), 52–56.
- Méheut, M., & Psillos, D. (2004). Teaching–learning sequences: aims and tools for science education research. *International Journal of Science Education*, 26(5), 515–535.
- Mellado, V. (1998). The classroom practice of preservice teachers and their conceptions of teaching and learning Science. *Science Education*, 82, 197–214.
- Mellado, V., Blanco, L. J., & Ruiz, C. (1998). A framework for learning to teach science in initial primary teacher education. *Journal of Science Teacher Education*, 9(3), 195–219.
- Mellado, V., Garritz, A., & Brígido, M. (2009). La dimensión afectiva olvidada del conocimiento didáctico del contenido de los profesores de ciencias. *Enseñanza de Las Ciencias*, (Número Extra VIII Congreso Internacional de Investigación en Didáctica de las Ciencias), 347–351.
- Metz, K. E. (1995). Reassessment of Developmental Constraints on Children's Science Instruction. *Review of Educational Research*, 65(2), 93–127.
- Metz, K. E. (1997). On the complex relation between cognitive developmental research and children's science curricula. *Review of Educational Research*, 67(1), 151–163.
- Metz, K. E. (2004). Children's Understanding of Scientific Inquiry: Their Conceptualization of Uncertainty in Investigations of Their Own Design. *Cognition and Instruction*, 22(2), 219–290.
- Mikeska, J. N., Anderson, C. W., & Schwarz, C. V. (2009). Principled reasoning about problems of practice. *Science Education*, 93(4), 678–686.
- Navarro, M. (2009). Un modelo taxonómico de las actividades de enseñanza de la ciencia como instrumento de formalización del metalenguaje del diseño didáctico. *Enseñanza de Las Ciencias*, 27(2), 209–222.
- Nersessian, N. J. (1992). How do scientists think? Capturing the dynamics of conceptual

- change in science. In *Cognitive models of science* (pp. 3–45). Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Nersessian, N. J. (2008). *Creating scientific concepts*. Cambridge: MIT Press.
- NRC. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards*. Washington DC: National Academies Press.
- NRC. (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8*. Washington DC: National Academies Press.
- NRC. (2011). *A framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington DC: National Academies Press.
- OCDE. (2006). *PISA 2006. MARCO DE LA EVALUACIÓN. Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura*. Madrid: Santillana.
- Osborne, J. F., & Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: Critical reflections*. London: King's College London.
- Osborne, J. F., & Patterson, A. (2011). Scientific argument and explanation: A necessary distinction? *Science Education*, 95(4), 627–638.
- Otero, V. K., & Nathan, M. J. (2008). Preservice elementary teachers' views of their students' prior knowledge of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(4), 497–523.
- Pajares, M. F. (1992). Teachers' beliefs and educational research: cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*, 62, 307–332.
- Palmer, D. (1995). The POE in the primary school: an evaluation. *Research in Science Education*, 25(3), 323–332.
- Patrick, H., & Pintrich, P. R. (2001). Conceptual change in teachers' intuitive conceptions of learning, motivation and instruction: the role of motivational and epistemological beliefs. In B. Torff & R. J. Sternberg (Eds.), *Understanding and teaching the intuitive mind: student and teacher learning* (pp. 117–144). Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- Patton, M. (1990). *Qualitative evaluation and research methods*. London: SAGE.
- Pozo, J. I. (1999). Sobre las relaciones entre el conocimiento cotidiano de los alumnos y el conocimiento científico: del cambio conceptual a la integración jerárquica. *Enseñanza de Las Ciencias, número ext*, 15–29.
- Pozo, J. I. (2001). *Humana mente : el mundo, la conciencia y la carne*. Madrid : Morata.
- Pozo, J. I., Sheuer, N., Pérez Echevarría, M. del P., Mateos, M., Martín, E., & de la Cruz, M. (2006). *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje : las*

- concepciones de profesores y alumnos*. Barcelona: Graó. Retrieved from http://pleiades.cbuc.cat/record=b1220460~S2*cat
- Pro Bueno, A. (1999). Planificación de unidades didácticas por los profesores: análisis de tipos de actividades. *Enseñanza de Las Ciencias*, 17(3), 411–429.
- Psillos, D., Tselves, V., & Kariotoglou, P. (2004). An epistemological analysis of the evolution of didactical activities in teaching–learning sequences: the case of fluids. *International Journal of Science Education*, 26(5), 555–578.
- Pujol, R. M. (2003). *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*. Madrid: Síntesis.
- Reiner, M., Slotta, J. D., Chi, M. T. H., & Resnick, L. B. (2000). Naive Physics Reasoning: A Commitment to Substance- Based Conceptions. *Cognition and Instruction*, 18(1), 1–34.
- Richardson, V. (1994). The role of attitudes and beliefs in learning to teach. In J. Sikula (Ed.), *Handbook of research in teacher education*. New York: MacMillian Library Reference.
- Roca, M. (2008). *Les preguntes en l'aprenentatge de les ciències. Anàlisi de les preguntes dels alumens en les activitats de la unitat didàctica "el cicle de l'aigua."* Bellaterra: Tesi Doctoral inèdita.
- Rocard, M. (2007). *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. Brussels: European Commission, Directorate General for Research, Science, Economy and Society.
- Rodrigo, M. J., Rodríguez, A., & Marrero, J. (1993). *Las teorías implícitas. Una aproximación al conocimiento cotidiano*. Madrid: Visor.
- Roth, Garnier, H., Chen, C., Lemmens, M., Schwille, K., & Wickler, N. I. (2011). Videobased lesson analysis: effective science PD for teacher and student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(2), 117–148.
- Roth, K., Druker, S. L., Garnier, H., Lemmens, M., Chen, C., Kawanaka, T., ... Gallimore, R. (2006). *Teaching science in five countries: results froms TIMSS 1999 video study*. Washington DC: National Center for Education Statistics.
- Roth, K., & Garnier, H. (2006). What science teaching looks like: an international perspective. *Educational Leadership*, 64(4), 16.
- Russ, R. S., Scherr, R. E., Hammer, D., & Mikeska, J. (2008). Recognizing mechanistic reasoning in student scientific inquiry: A framework for discourse analysis developed from philosophy of science. *Science Education*.

- Ryu, S., & Sandoval, W. A. (2012). Improvements to Elementary Children ' s Epistemic Understanding From Sustained Argumentation.
- Sandín Esteban, M. P. (2003). *Investigación cualitativa en educación. Fundamentos y tradiciones*. Madrid: McGraw-Hill.
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria*. Madrid: Síntesis.
- Sanmartí, N., & Calvet, M. (2003). *Aprendre ciències tot aprenent a escriure ciència*. Barcelona : Edicions 62.
- Schauble, L. (1996). The development of scientific reasoning in knowledge-rich contexts. *Developmental Psychology*, 32(1), 102–119.
- Schön, D. A. (1992). *La formación de profesionales reflexivos: hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje en las profesiones*. Madrid: Paidós - Ministerio de Educación y Ciencia.
- Schwarz, C. V. (2009). Developing preservice elementary teachers' knowledge and practices through modeling-centered scientific inquiry. *Science Education*, 93(4), 720–744.
- Schwarz, C. V., & Gwekwerere, Y. N. (2007). Using a Guided Inquiry and Modeling Instructional Framework (EIMA) to Support Preservice K-8 Science Teaching, *91*(1), 158–186.
- Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Fortus, D., Shwartz, Y., ... Acher, A. (2009). Developing a Learning Progression for Scientific Modeling: Making Scientific Modeling Accessible and Meaningful for Learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 632–654.
- Schwarz, C. V., & White, B. Y. (2005). Metamodeling Knowledge: Developing Students ' Understanding of Scientific Modeling, *23*(2), 165–205.
- Segalés, D., Fontarnau, D., Jiménez, I., Martí, J., & Riera, S. (2011). La libreta de ciencias. *Cuadernos de Pedagogía*, (409), 31–34.
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand : Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Educational Review*, 57(1), 1–22.
- Simarro, C., Couso, D., & Pintó, R. (2013). Indagació basada en la modelització : un marc per al treball pràctic. *Ciències*, 25, 35–43.
- Sinatra, G. M., & Pintrich, P. R. (2002). *Intentional conceptual change*. New York:

- Routledge.
- Smith, C. L., Maclin, D., Houghton, C., & Hennessey, M. G. (2000). Sixth-Grade Students' Epistemologies of Science: The Impact of School Science Experiences on Epistemological Development. *Cognition and Instruction, 18*(3), 349–422.
- Smith, D. C. (2000). Content and pedagogical content knowledge for elementary science teacher educators: knowing our students. *Journal of Science Teacher Education, 11*(1), 27–46.
- Smith, D. C., & Neale, D. C. (1989). The construction of subject matter knowledge in primary science teaching. *Teaching and Teacher Education, 5*(1), 1–20. doi:10.1016/0742-051X(89)90015-2
- Smith, E. L., & Anderson, C. W. (1984). *The planning and teaching intermediate science study: final report (Research series No. 147)*. East Lansing: The Institute for Research on Teaching, Michigan State University.
- Sodian, B., Zaitchik, D., & Carey, S. (1991). Young children's differentiation of hypothetical beliefs from evidence. *Child Development, 62*, 753–766.
- Stavy, R., & Tirosh, D. (2000). *How students (mis)understand science and mathematics: Intuitive rules*. New York: Teachers College Press.
- Strauss, S. (1993). Teachers' pedagogical content knowledge about children's minds and learning: implications for teacher education. *Educational Leadership, 28*(3), 279–290.
- Strauss, S., & Ziv, M. (2004). Teaching: ontogenesis, culture, and education. *Cognitive Development, 19*(4), 451–456.
- Strauss, S., Ziv, M., & Stein, A. (2002). Teaching as a natural cognition and its relations to preschoolers' developing theory of mind. *Cognitive Development, 17*(3-4), 1473–1487.
- Sunal, D. W. (1992). The learning cycle: a comparison of models of strategies for conceptual reconstruction. A review of the literature. Retrieved August 8, 2015, from <http://astlc.ua.edu/ScienceInElem&MiddleSchool/565LearningCycle-ComparingModels.htm>
- Taber, K. S. (2014). *Student thinking and learning in science: perspectives on the nature and development of learners' ideas*. New York: Routledge.
- Toth, E. E., Klahr, D., & Chen, Z. (2000). Bridging Research and Practice : A Cognitively Based Classroom Intervention for Teaching Experimentation Skills to Elementary School Children, *18*(4), 423–459.

- Tsai, C.-C. (2002). Nested epistemologies: Science teachers' beliefs of teaching, learning and science. *International Journal of Science Education*, 24(8), 771–783.
- Van Der Valk, T., & Broekman, H. (1999). The Lesson Preparation Method: a way of investigating pre-service teachers' pedagogical content knowledge. *European Journal of Teacher Education*, 22(1), 11–22. doi:10.1080/0261976990220102
- van Driel, J. H., Verloop, N., & de Vos, W. (1998). Developing science teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(6), 673–695.
- Veal, W. R., & McKinster, J. G. (1999). Pedagogical content knowledge taxonomies. *Electronic Journal of Science Education*, 3(4).
- Volkman, M. J., Abell, S. K., & Zgagacz, M. (2005). The challenges of teaching physics to preservice elementary teachers: Orientations of the professor, teaching assistant, and students. *Science Education*, 89(5), 847–869.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4(1), 45–69.
- Vosniadou, S. (2008). *International handbook of research on conceptual change*. London: Routledge. Retrieved from http://pleiades.cbuc.cat/record=b1070370~S2*cat
- Vosniadou, S. (2012). Reframing the classical approach to conceptual change: preconceptions, misconceptions and synthetic models. In B. J. Fraser, K. G. Tobin, & C. J. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education*. Springer.
- Weber, R. P. (1990). *Basic content analysis* (2n ed.). Thousand Oaks: SAGE.
- Wellman, H. M. (1995). *Desarrollo de la teoría del pensamiento en los niños*. Bilbao : Desclee de Brouwer.
- Wellman, H. M., & Gelman, S. A. (1998). Knowledge acquisition in foundational domains. In H. M. Wellman, S. A. Gelman, & W. Damon (Eds.), *Handbook of child psychology. Volume 2: Cognition, perceptions and language* (pp. 5213–5273). Hoboken: John Wiley & Sons Inc.
- Windschitl, M., Thompson, J., & Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science Education*, 92(5), 941–967.
- Yin, R. K. (2003). *Case study research. Design and methods*. Thousand Oaks: SAGE.
- Zangori, L., & Forbes, C. T. (2013). Preservice Elementary Teachers and Explanation

- Construction: Knowledge- for -Practice and Knowledge- in -Practice. *Science Education*, 97(2), 310–330.
- Zangori, L., & Forbes, C. T. (2014). Scientific Practices in Elementary Classrooms: Third-Grade Students' Scientific Explanations for Seed Structure and Function. *Science Education*, 98(4), 614–639.
- Zemal-Saul, C. (2009). Learning to teach elementary school science as argument. *Science Education*, 93(4), 687–719.
- Zemal-Saul, C., Blumenfeld, P. C., & Krajcik, J. S. (2000). Influence of Guided Cycles of Planning , Teaching , and Reflection on Prospective Elementary Teachers ' Science Content Representations. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(4), 318–339.
- Zemal-Saul, C., McNeill, K. L., & Hershberger, K. (2013). *What's your evidence?: engaging K-5 students in constructing explanations in science*. Boston: Pearson Education.
- Zimmerman, C. (2007). The development of scientific thinking skills in elementary and middle school, 27, 172–223.

Índex de Taules i Figures

Index de taules

Taula 1. Pràctiques científiques amb estudis disponibles en nens i nenes de Primària....	40
Taula 2. Learning cycle.....	65
Taula 3. 5E.....	66
Taula 4. Cicle d'aprenentatge.....	67
Taula 5. Model EIMA.....	68
Taula 6. I-AIM.....	69
Taula 7. MoDels.....	70
Taula 8. Fases de l'assignatura vinculades al present treball d'investigació.....	101
Taula 9. Relació de temes i grups.....	103
Taula 10. Elements que es demanava que conformessin les SAE.....	104
Taula 11. Fonts documentals	111
Taula 12. Participant. Casos i grups.....	112
Taula 13. Exemples de tasques ACE i tasques prestades identificades en l'anàlisi de tasques.....	118
Taula 14. Categories de productes d'activitat científica.....	121
Taula 15. Categories de rol dels alumnes.....	131
Taula 16. Categories referides a l'estructura global de la SAE.....	135
Taula 17. Pràctiques d'activitat científica i codis de colors.....	138
Taula 18. Patrons identificats i convertits en categories d'anàlisi.....	139
Taula 19. Descripció de les categories corresponents als patrons d'ACE.....	139
Taula 20. Categories i codis per a l'anàlisi d'elements mediadors.....	143
Taula 21. Elements mediadors en la planificació de la SAE inicial del cas 1.....	157
Taula 22. Sinopsi SAE inicial del cas 1.....	158
Taula 23. Sinopsi SAE final del cas 1.....	159
Taula 24. Canvis globals entre SAE (cas 1).....	161
Taula 25. [sense títol].....	162

Taula 26. Tipus de tasques en les SAE del grup 4.....	163
Taula 27. Cas 1. SAE inicial. Freqüència absoluta (% respecte el total d'episodis)....	168
Taula 28. Grup 4. SAE final. Freqüència absoluta (% respecte el total d'episodis)....	170
Taula 29 Cas 1. Variació qualitativa entre la SAE inicial i la SAE final.....	171
Taula 30. Patrons d'ACE a la SAE inicial del cas 1.....	173
Taula 31. Patrons d'ACE a la SAE final del cas 1.....	176
Taula 32. Elements mediadors en la planificació de la SAE inicial del cas 2.....	202
Taula 33: Sinopsi SAE inicial del cas 2.....	204
Taula 34: Sinopsi SAE final del cas 2.....	205
Taula 35. Canvis globals entre SAE (cas 2).....	206
Taula 36. [sense títol].....	207
Taula 37. Tipus de tasques en les SAE del cas 2.....	208
Taula 38. Cas 2. SAE inicial. Freqüència absoluta (% respecte el total d'episodis)....	211
Taula 39.Cas 2. SAE final. Freqüència absoluta (% respecte el total d'episodis).....	213
Taula 40.Cas 2. Variació qualitativa entre la SAE inicial i la SAE final.....	214
Taula 41. Patrons d'ACE a la SAE inicial del cas 2.....	216
Taula 42. Patrons d'ACE a la SAE inicial del cas 2.....	219
Taula 43. Elements mediadors en la planificació de la SAE inicial del cas 3.....	240
Taula 44. Sinopsi SAE inicial del cas 3.....	241
Taula 45. Sinopsi SAE final del cas 3.....	243
Taula 46. Canvis globals entre SAE (cas 3).....	246
Taula 47. Sense títol.....	247
Taula 48. Tipus de tasques en les SAE del cas 3.....	248
Taula 49. Cas 3. SAE inicial. Freqüència absoluta (% respecte el total d'episodis)....	252
Taula 50. Cas 3. SAE final. Freqüència absoluta (% respecte el total d'episodis).....	253
Taula 51. Cas 3. Variació qualitativa entre la SAE inicial i la SAE final.....	254
Taula 52. Patrons d'ACE a la SAE inicial del cas 3.....	256
Taula 53. Patrons d'ACE a la SAE final del cas 3.....	259
Taula 54. Elements mediadors en la planificació de la SAE inicial del cas 4.....	281
Taula 55. Sinopsi SAE inicial cas 4.....	282
Taula 56. Sinopsi SAE final cas 4.....	286
Taula 57. Canvis globals entre SAE (cas 4).....	290
Taula 58. Sense títol.....	291
Taula 59. Tipus de tasques en les SAE del grup 2.....	292

Taula 60. Cas 4. SAE inicial. Freqüència absoluta (% respecte el total d'episodis)	297
Taula 61. Cas 4. Freqüència absoluta (% respecte el total d'episodis).....	298
Taula 62. Cas 4. Variació qualitativa entre la SAE inicial i la SAE final.....	299
Taula 63. Patrons d'ACE a la SAE inicial del cas 4.....	302
Taula 64. Patrons d'ACE a la SAE final del cas 4.....	306

Índex de Figures

Figura 1. Fonaments de la ciència escolar.....	19
Figura 2. Relació entre ciència escolar i activitat científica escolar.....	20
Figura 3. Elements que conformen el pensament científic i que intervenen en el seu desenvolupament.....	25
Figura 4. Relació entre models i evidències en un model cognitiu de ciència escolar.....	28
Figura 5. Teories intuïtives dels alumnes.....	34
Figura 6. Construcció de coneixement científic entesa com a evolució conceptual.....	36
Figura 7. Aprenentatge científic com a enriquiment o com a canvi conceptual.....	38
Figura 8. Àmbits d'actuació de l'activitat científica escolar. En negreta les pràctiques científiques més representatives.....	51
Figura 9. Components del CDec segons la proposta de Magnusson et al. (1999).....	77
Figura 10. Nivells jeràrquics en el CDec.....	78
Figura 11: Elements que intervenen en el procés de planificació d'una SAE.....	83
Figura 12. Evolució integrada de les creences amb l'adquisició de nou coneixement didàctic	91
Figura 13. Evolució diferencial de les creences amb l'adquisició de nou coneixement didàctic.....	91
Figura 14. Graella per a l'anàlisi de la presència de realitat.....	107
Figura 15. Graella per a l'anàlisi de l'atenció al pensament científic dels alumnes.....	108
Figura 16. Graella per a l'anàlisi de la presència d'activitat científica a l'aula.....	108
Figura 17. Graella per a l'anàlisi dels principis bàsics del model ésser viu.....	109
Figura 18. Exemple de taula per al registre d'episodis d'activitat.....	116
Figura 19. Exemple de taula resum quantitativa.....	116
Figura 20. Passos seguits per a l'anàlisi de les tasques en una SAE.....	117

Figura 21. Exemple de diagrama de sectors de tipus de tasques.....	118
Figura 22. Exemple de taula de resultats sobre el tipus de tasques	120
Figura 23. Passos seguits per a l'anàlisi dels productes d'activitat científica en una SAE	126
Figura 24. Taula de categorització dels productes d'activitat científica i del rol dels alumnes (fragment).....	127
Figura 25. Exemple de taula de resultats per als productes d'activitat científica.....	128
Figura 26. Exemple de taula amb els símbols gràfics que indiquen canvis qualitatius...	129
Figura 27. Passos seguits per a l'anàlisi del rol dels alumnes.....	132
Figura 28. Exemple de taula de resultats per al rol dels alumnes.....	133
Figura 29. Passos seguits per a l'anàlisi de l'estructura global de la SAE	134
Figura 30. Exemple de diagrama de resultats per a l'estructura global de la SAE.....	136
Figura 31. Passos seguits per a l'anàlisi dels patrons d'activitat científica.....	137
Figura 32. Exemple de taula de resultats dels patrons d'activitat científica d'una SAE..	141
Figura 33. Passos seguits per a l'anàlisi dels elements mediadors que intervenen en la planificació d'una SAE.....	142
Figura 34. Exemple d'esquema circular per vincular el perfil d'ACE i els elements mediadors.....	145
Figura 35. [sense títol].....	165
Figura 36. [sense títol].....	166
Figura 37. Estructura de la SAE inicial del cas 1.....	173
Figura 38. Estructura de la SAE final del cas 1.....	174
Figura 39. Perfil d'ACE i elements mediadors en la planificació de la SAE inicial del cas 1.....	181
Figura 40. Perfil d'ACE i elements mediadors en la planificació de la SAE final del cas 1.....	185
Figura 41: sense títol.....	209
Figura 42: sense títol.....	210
Figura 43: estructura de la SAE inicial del cas 2.....	216
Figura 44. Estructura de la SAE final del cas 2.....	218
Figura 45. Elements mediadors en la planificació de la SAE inicial del cas 2.....	223
Figura 46. Elements mediadors en la planificació de la SAE final del cas 2.....	225
Figura 47. Sense títol.....	249
Figura 48. Sense títol.....	250

Figura 49: Estructura de la SAE inicial del cas 3.....	255
Figura 50: Estructura de la SAE final del cas 3.....	259
Figura 51: Elements mediadors en la planificació de la SAE inicial del cas 3.....	264
Figura 52: Elements mediadors en la planificació de la SAE final del cas 3.....	266
Figura 53. Sense títol.....	295
Figura 54. Sense títol.....	296
Figura 55. Estructura de la SAE inicial del cas 4.....	301
Figura 56. Estructura de la SAE final del cas 4.....	306
Figura 57. Elements mediadors en la planificació de la SAE inicial del cas 4.....	311
Figura 58. Elements mediadors en la planificació de la SAE final del cas 4.....	313
Figura 59. Nombre de tasques diferents en cadascuna de les SAE.....	319
Figura 60. Relació entre tasques ACE i prestades a la SAE inicial	320
Figura 61. Relació entre tasques ACE i prestades a la SAE final	320
Figura 62. Percentatge dels diferents productes d'activitat científica a la SAE inicial..	321
Figura 63. Percentatge dels diferents productes d'activitat científica a la SAE final....	322
Figura 64. Percentatge dels diferents rols dels alumnes a la SAE inicial.....	323
Figura 65. Percentatge dels diferents rols dels alumnes a la SAE final.....	324
Figura 66. Comparació de l'estructura de la SAE inicial.....	325
Figura 67. Comparació de l'estructura de la SAE final.....	327
Figura 68. Riquesa i diversitat de patrons d'ACE a la SAE inicial.....	329
Figura 69. Riquesa i diversitat de patrons d'ACE a la SAE final.....	330

Annexos

Al CD que acompanya aquesta tesi doctoral s'hi troben els annexos, segons aquest índex

Annex 1	Qüestionaris
Annex 2	Intervencions al fòrum
Annex 3	Documentació cas 1
Annex 4	Documentació cas 2
Annex 5	Documentació cas 3
Annex 6	Documentació cas 4