

Disseny i implementació d'activitats de joc per aprendre ciències: Experiències emocionals de mestres en formació inicial.

Laura Martín Ferrer

Directors de tesi: Arnau Amat, Mariona Espinet i Alberto Bellocchi

Programa de doctorat en Innovació i Intervenció Educatives

2022

Aquesta tesi doctoral ha estat escrita per la Laura Martin Ferrer matriculada als estudis de doctorat de la Universitat de Vic- Universitat Central de Catalunya en el marc del Programa de Doctorat en Innovació i Intervenció Educatives.

Durant el període de realització d'aquesta tesi s'han presentat sis comunicacions a congressos internacionals de didàctica de les ciències i s'ha publicat un article i un capítol de llibre fruit de la recerca d'aquesta tesi. Per acabar, també s'ha realitzar una estada de recerca internacional de 3 mesos a la Queensland University of Technology.

Publicacions:

(en premsa) **Publicació d'un capítol de llibre:**

Títol llibre: *Dilemmas in Science Education: Possible & Probable Futures*

Títol capítol: *Preservice science teachers as game designers: Emotional experiences from the field.*

Editorial: Palgrave Macmillan

Editors: Helen Boon i Gregory Thomas

Autors: Laura Martín-Ferrer, Elizabeth Hufnagel, Arnau Amat, Mariona Espinet i Alberto Bellocchi

2022 **Publicació d'un article:**

Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias

Títol article: *Aprender a diseñar juegos para la enseñanza de las ciencias en la formación inicial de maestras de educación primaria.*

Autors: Laura Martín-Ferrer, Arnau Amat i Mariona Espinet

Comunicació a Congressos:

2022 **Comunicació a un Congrés Internacional:** *Pre-service Teachers' Emotional Experiences while Designing and Implementing Teaching and Learning Sequences for Elementary Students.* Symposium a la Conferència de NARST2022 *National Association for Research in Science Teaching*, hybrid conference, organitzat desde Vancouver, Canadà.

Autors: Laura Martín-Ferrer, Arnau Amat, Mariona Espinet i Alberto Bellocchi

2021 **Comunicació a un Congrés Internacional:** *Experiencias emocionales de las maestras en formación al dissenyar una secuencia de enseñanza y aprendizaje de ciencias.* Comunicació al 11^o Congreso Internacional sobre Investigación de

la Didáctica de las Ciencias, congreso virtual, organitzat desde Lisboa, Portugal.

Autors: Laura Martín-Ferrer, Arnau Amat i Mariona Espinet

2021 **Comunicació a un Congrés Internacional:** *Emotional experiences of pre-service teachers during science education courses*. Symposium a la Conferència de ESERA2021 *European Science Education Research Association*, online conference, organitzat desde Braga, Portugal.

Autors: Laura Martín-Ferrer, Arnau Amat, Mariona Espinet i Alberto Bellocchi

2020 **Comunicació a un Congrés Internacional:** *Elementary pre-service teachers' game designs to promote science learning*. Pòster a la Conferència de ASERA2020 *Australasian Science Education Research Association*, online conference, organitzat desde Wollongog, Austràlia.

Autors: Laura Martín-Ferrer, Arnau Amat i Mariona Espinet

2018 **Comunicació a un Congrés Internacional:** *How the nutrition function of the human body is explained by elementary pre-service teachers*. Pòster a la 12a Conferència de ERIDOB2018 *European Reserchers in Didactics Of Biology* a Saragossa, Espanya.

Autors: Arnau Amat, Isabel Jiménez i Laura Martín

2018 **Comunicació a un Congrés Internacional:** *Elementary Pre-Service Teachers' Conceptions on Gamification in Science Education*. Presentació virtual a la International Conference *New Perspectives in Science Education* a Florència, Itàlia.

Autors: Laura Martín, Arnau Amat i Mariona Espinet

Estada de Recerca:

Abril 2020- **Estada de recerca a Queensland University of Technology (QUT)**. Estada de tres mesos a QUT, Brisbane, Austràlia amb el grup de recerca *Studies of Emotion in Science Education Lab (SEALs)*. Principal Investigador: Alberto Bellocchi.
Juny 2020

Agraïments

Avui, que m'aproximo al final d'escriure la tesi doctoral, agraeixo tenir aquest apartat per dedicar unes paraules a les moltes persones que han pres partit en aquest *joc*. Atesa la relació amb els jocs d'aquesta recerca, podríem imaginar que el recorregut d'elaborar aquesta tesi ha estat com una partida a un joc. Segurament un joc d'aquests llargs, que ocupen la taula durant diverses setmanes, o anys. Vull agrair:

Als meus directors de tesi, que han estat com les instruccions del joc, el component que guia la partida i que et recorda la finalitat i la forma d'aconseguir-la. Sempre que les necessites les trobes a la caixa, sempre que cal fer una consulta, t'orienten en la resposta.

A l'Arnau Amat, qui amb la seva professionalitat i el seu compromís ha demostrat ser un excel·lent director de tesi. Gràcies per la implicació, per compartir els teus coneixements, per empatitzar en els alts i els baixos, per fer fàcils el que per mi eren grans maldecaps, per ajudar-me a créixer com a investigadora i professora.

A la Mariona Espinet, qui amb la seva saviesa i expertesa m'ha ajudat sobretot a obrir portes, a replantejar-me el perquè de les decisions que anava prenent al llarg del camí. Gràcies per dedicar-me el teu temps i experiència.

To Alberto Bellocchi, who hosted me on the other side of the world for a research stay. I am profoundly thankful for always having constructive and helpful feedback. I am grateful for your time to supporting my analysis of emotions.

Als membres avaluadors de les comissions de seguiment i membres del tribunal de la tesi. En un videojoc serien els missatges de feedback emergents que surten en moments concrets de la partida i, que avaluen si vas pel bon camí per aconseguir l'objectiu o al contrari, hauries de parar atenció en algun aspecte. Això sí, sempre acompanyat d'un missatge d'empoderament.

A en Jordi Martí, la Isabel Sellas, la Lizette Ramos, la Isabel Martins, la Ruth Jiménez-Liso, la Laia Solé i el David Aguilar. I també a la Beth Hufnagel amb qui hem escrit un capítol de llibre. Tots ells grans referents i investigadors. Gràcies per la vostra generositat i per acceptar formar part d'aquesta recerca.

A la família, als amics -que també són família-, i especialment al Jordi. Serien aquells que no entren com a jugadors a la partida, però que la segueixen des de fora sentint les mateixes tensions i alegries.

A vosaltres, que tot i no entendre del tot de què anava la partida, no heu deixat de cuidar-me i d'interessar-vos per com ho portava. Gràcies per la vostra paciència, i per cedir-me aquest temps per fer la tesi, que d'altra manera hauria estat nostre.

Als exestudiants de la UVic-UCC que ara ja són mestres, i que serien com el tauler de joc. Sense el qual no pots jugar. Reflexionar amb vosaltres és el que ha donat sentit a la recerca. Gràcies.

A companys de doctorat, amics investigadors de la UVic-UCC i, de l'estada a Austràlia. En el meu cas, han estat com la carta que apareix quan t'estan a punt d'eliminar, i et regala una vida extra que t'aporta aire fresc per poder seguir la partida.

A tots ells i especialment a l'Adriana Soto, amb qui he pogut compartir reflexions, riures, dubtes i preocupacions pròpies del procés de fer una tesi. Ha estat una part molt valuosa en un procés que a vegades sembla solitari.

A l'associació el CAE, formació i serveis socioculturals, que seria com l'amic o amiga que porta jocs a la trobada i provoca l'inici d'una partida.

A la gent del CAE que em va obrir les portes a l'educació en el lleure i que m'ha permès fer aquesta partida. Gràcies per ensenyar-me a estimar el joc.

Resum

La tesi doctoral "Disseny i implementació d'activitats de joc per aprendre ciències: experiències emocionals de mestres en formació inicial" té la finalitat de reflexionar sobre la formació de mestres a partir de dos camps d'investigació: els jocs i les emocions. Per una banda, tot i la manca d'estudis que relacionen aquests dos àmbits, sabem que dissenyar jocs per ensenyar ciències és un repte per als mestres degut a la dificultat d'alinejar aspectes lúdics i didàctics en el joc. Per l'altra, sabem que aprendre a ser mestre és una pràctica social impregnada d'emocions, que ens permeten identificar allò més rellevant relacionat en els processos d'ensenyament-aprenentatge i donar-hi sentit. Per tant, la finalitat de la recerca és comprendre l'experiència emocional de com els mestres en formació inicial aprenen a ensenyar ciències a través d'activitats de joc a mesura que incorporen nous coneixements sobre didàctica de les ciències. Concretament, l'objectiu és descriure i interpretar com grups d'estudiants en formació de mestres de primària aprenen a dissenyar i implementar una activitat de joc, dins d'una seqüència d'ensenyament-aprenentatge, en el marc de dues assignatures de Didàctica de les Ciències del grau en Mestre d'Educació Primària.

D'aquesta manera, aquesta recerca dona resposta a dos objectius de naturalesa diferent, motiu pel qual s'utilitza un enfocament multimetodològic. En primer lloc, s'analitzen a nivell macro els canvis en les activitats de joc entre l'inici i el final de l'assignatura de Didàctica de les Ciències I. Aquesta part de l'estudi parteix d'una anàlisi qualitativa i quantitativa del contingut centrat en la presència d'aspectes concrets de les activitats de joc. Les dades provenen de les seqüències d'ensenyament-aprenentatge dissenyades a l'inici de l'assignatura i modificades al final. En segon lloc, s'analitzen a nivell micro el com i el perquè dels canvis en les activitats de joc i els canvis en les orientacions dels mestres en formació inicial al llarg de les assignatures de Didàctica de les Ciències I i II. En canvi, aquesta part de l'estudi parteix d'una anàlisi qualitativa del discurs centrat en la identificació d'expressions emocionals com a indicadors de moments de canvi. Les dades provenen de les transcripcions de tres grups focals a tres grups de treball.

Els resultats en relació amb el disseny d'activitats de joc mostren que dissenyar jocs de ciències és una tasca amb diversos reptes per als mestres perquè han de dominar múltiples coneixements, fet que provoca emocions desagradables pel desconeixement i la inseguretat, però que fa evolucionar cap a l'interès i la satisfacció gràcies a alguns moments clau de les

assignatures. Així, doncs, permeten millorar els dissenys en relació amb el contingut i l'ensenyament de les ciències promovent sobretot més pràctiques científiques que resultin en jocs finals més educatius que lúdics i divertits. Els resultats en relació amb la fase d'implementació de les activitats de joc mostren que els contextos de microensenyament més realistes permeten una pràctica més enriquidora per als futurs mestres, i permeten als estudiants de mestre implicar-se emocionalment amb els estudiants. Els resultats permeten comprendre millor els reptes del disseny de jocs per ensenyar ciències i identificar com evolucionen les orientacions dels mestres en relació amb diferents moments de les assignatures. Això ens ha permès determinar algunes implicacions didàctiques per al disseny i la implementació de jocs de ciències en el context de la formació inicial de mestres, tot i que es constata la necessitat de seguir ampliant recerca en aquest camp.

Resumen

La tesis doctoral “Diseño e implementación de actividades de juego para aprender ciencias: experiencias emocionales de maestros en formación inicial” tiene como finalidad reflexionar sobre la formación de maestros a partir de dos campos de investigación: los juegos y las emociones. Por un lado, a pesar de la carencia de estudios que relacionan estos dos ámbitos, sabemos que diseñar juegos para enseñar ciencias es un reto para los maestros debido a la dificultad en alinear aspectos lúdicos y didácticos en el juego. Por otro lado, sabemos que aprender a ser maestro es una práctica social impregnada de emociones, que nos permiten identificar y dar sentido a lo que consideramos más relevante relacionado con los procesos de enseñanza-aprendizaje. Por tanto, la finalidad de la investigación es comprender la experiencia emocional de cómo los maestros y las maestras en formación inicial aprenden a enseñar ciencias a través de actividades de juego a medida que incorporan nuevos conocimientos sobre didáctica de las ciencias. Concretamente, el objetivo es describir e interpretar cómo grupos de estudiantes en formación de maestros de primaria aprenden a diseñar e implementar una actividad de juego, dentro de una secuencia de enseñanza-aprendizaje, en el marco de dos asignaturas de Didáctica de las Ciencias del grado en Maestro de Educación Primaria.

De esta forma, esta investigación da respuesta a dos objetivos de naturaleza diferente, por lo que se utiliza un enfoque multimetodológico. En primer lugar, se analizan a nivel macro los cambios en las actividades de juego entre el inicio y el final de la asignatura de Didáctica de las Ciencias I. Este apartado del estudio parte de un análisis cualitativo y cuantitativo del contenido centrado en la presencia de aspectos concretos de las actividades de juego. Los datos provienen de las secuencias de enseñanza-aprendizaje diseñadas al inicio de la asignatura y modificadas al final. En segundo lugar, se analizan a nivel micro el cómo y el porqué de los cambios en las actividades de juego y los cambios en las orientaciones de los maestros en formación inicial a lo largo de las asignaturas de Didáctica de las Ciencias I y II. Sin embargo, este apartado del estudio parte de un análisis cualitativo del discurso centrado en la identificación de expresiones emocionales como indicadores de momentos de cambio. Los datos proceden de las transcripciones de tres grupos focales a tres grupos de trabajo.

Los resultados en relación con el diseño de actividades de juego muestran que diseñar juegos de ciencias es una tarea con varios retos para los maestros, debido a la necesidad de dominar

múltiples conocimientos. El diseño provoca emociones desagradables por el desconocimiento y la inseguridad, pero que evolucionan hacia el interés y la satisfacción gracias a algunos momentos clave de las asignaturas. Estos permiten mejorar los diseños en relación con el contenido y la enseñanza de las ciencias, promoviendo sobre todo más prácticas científicas, que resulten en juegos finales más educativos que lúdicos y divertidos. Los resultados en relación con la fase de implementación de las actividades de juego muestran que los contextos de microenseñanza más realistas permiten una práctica docente más enriquecedora. Asimismo, permiten a los estudiantes de maestro implicarse emocionalmente con los estudiantes de primaria. Los resultados permiten comprender mejor los retos del diseño de juegos para enseñar ciencias e identificar cómo evolucionan las orientaciones de los maestros en relación con distintos momentos de las asignaturas. Esto nos ha permitido determinar algunas implicaciones didácticas para el diseño e implementación de juegos de ciencias en el contexto de la formación inicial de maestros, aunque se constata la necesidad de seguir ampliando investigación en este campo.

Abstract

The aim of the doctoral thesis "Design and implementation of game activities for learning science: pre-service teachers' emotional experiences" is to reflect on pre-service teachers (PST) education bringing together two science education research areas: games and emotions. Although studies that interrelate these two areas are still lacking, on the one hand, we know that designing games to teach science is challenging for teachers due to the difficulty in aligning ludic and didactic aspects. On the other hand, we know that learning to be a teacher is a social practice impregnated with emotions, which allow us to identify and make sense of what we consider most relevant concerning the teaching and learning processes. Therefore, the research aims to understand the emotional experience of how PST learn to teach science through game activities while incorporating new knowledge about science education. Specifically, the objective is to describe and interpret how pre-service elementary teachers learn to design and implement a game activity, within a teaching-learning sequence, during two Science Education courses of the degree in Elementary Education Teacher.

Accordingly, this research addresses two objectives of distinct nature, hence the use of a multi-methodological approach. First, the changes in the game activities between the beginning and the end of the Science Education I course are analyzed at a macro level. This part of the study is based on a qualitative and quantitative content analysis focused on the presence of specific game activity aspects. Data come from the teaching-learning sequences designed at the beginning of the course and modified at the end. Second, we analyze at the micro level the how and why of game activity changes and PSTs' orientation changes along the Science Education I and II courses. This study section is based on qualitative discourse analysis focused on the identification of emotional expressions as indicators of moments of change. Data come from the transcriptions of three focus groups to three case study groups.

The results regarding the design phase indicate that science game design is a challenging task for PST, due to the need to master multiple skills. The design triggers unpleasant emotions due to unfamiliarity and insecurity, however PST evolve towards interest and satisfaction due to some meaningful moments of the courses. These allow to improve the designs concerning the science content and science education by promoting more scientific practices and

resulting in final game designs which are more educational than ludic and entertaining. The results concerning the implementation phase of the game activities show that more realistic microteaching contexts allow for a more enriching teaching practice. The microteaching at school also facilitate PSTs' emotional engagement with elementary students. The findings give us better understanding of the challenges of games design to teach science and to identify how teachers' orientations evolve regarding different subject contexts. This research has allowed us to determine some pedagogical implications for science game design and implementation in the context of pre-service teacher training, even though there is a clear need for further research in this area.

Índex

Capítol 1. Presentació de la recerca.....	12
1.1. Justificació de la recerca	14
1.2. Context de l'estudi.....	18
1.3. Objectius de la recerca.....	19
1.1. Estructura de la tesi	24
Capítol 2. Activitat de joc per ensenyar i aprendre ciències	28
2.1. Joc i joc educatiu	30
2.1.1. Conceptualització de joc.....	31
2.1.2. El joc en l'educació.....	34
2.1.3. Aprenentatge basat en el joc, ludificació i jocs seriosos.....	37
2.1.4. Classificació i tipologia de joc	42
2.2. Joc per ensenyar i aprendre ciències.....	44
2.2.1. Aprenentatges de ciències a través del joc.....	45
2.2.2. Aprenentatges per desenvolupar el pensament científic a través del joc.....	47
2.3. Disseny i implementació de jocs en la formació inicial de mestres	49
2.3.1. Reptes del disseny de jocs per promoure l'aprenentatge de les ciències	49
2.3.2. Experiències de disseny i implementació de jocs en la formació inicial de mestres d'educació primària i secundària	51
Capítol 3. Formació inicial de mestres per a l'ensenyament i aprenentatge de les ciències	54
3.1. Ciència escolar basada en la investigació i la modelització, argumentació.....	56
3.1.1. Models didàctics per a l'ensenyament de les ciències	57
3.1.2. Model didàctic d'investigació, modelització i argumentació.....	60
3.2. Formació inicial de mestres per aprendre a ensenyar ciències	68
3.2.1. Coneixement didàctic del contingut per a l'ensenyament de les ciències	68
3.2.2. Una orientació reflexiva pel desenvolupament del CDC en l'ensenyament de les ciències dels mestres	72
3.2.3. Models pel disseny i implementació d'una SEA de ciències	75
3.2.4. Investigacions centrades en el disseny i implementació de SEA	77

Capítol 4. Emocions en la formació inicial del professorat	82
4.1. Les emocions en la recerca educativa	85
4.2. Experiència emocional en la formació inicial de mestres de ciències des d'un enfocament interaccionista	89
4.3. Emocions en la formació inicial de mestres de ciències	92
4.3.1. Les emocions dels estudiants de mestre en la reflexió sobre l'experiència prèvia en ciències.....	93
4.3.2. Les emocions en la construcció del CDC	95
4.3.3. Les emocions en la implementació	98
4.3.4. Emocions del professorat en implementar un joc educatiu	99
Capítol 5. Metodologia	102
5.1. Enfocament metodològic.....	104
5.2. Context de l'estudi	107
5.2.1. Participants	108
5.2.2. Panorama general de les assignatures de Didàctica de les Ciències I i II	110
5.2.3. Recursos de les assignatures per promoure la construcció del CDC a través del joc	113
5.2.4. Organització de les assignatures per contextos des del punt de vista de l'orientació reflexiva.....	118
5.3. Enfocament metodològic de l'objectiu 1	120
5.3.1. Recollida de dades	120
5.3.2. Procediments, unitats i instruments per a l'anàlisi de dades per a l'objectiu 1	122
5.4. Enfocament metodològic de l'objectiu 2	129
5.4.1. Recollida de dades per a l'objectiu 2	131
5.4.2. Participants	135
5.4.3. Procediments, unitats i instruments per a l'anàlisi de dades per a l'objectiu 2	136
5.5. Ètica i qualitat en el desenvolupament de la recerca.....	150
5.6. Limitacions de l'estudi	152
Capítol 6. Canvis en les activitats de joc. Resultats i discussió.....	154
6.1. Canvis en la funció didàctica de les activitats de joc dins la SEA de ciències	157
6.2. Canvis en la tipologia de joc dels dissenys de les activitats de joc	161
6.3. Canvis en la relació entre els objectius lúdics i didàctics dels dissenys de les activitats de joc	168

6.4. Canvis en les normes que estructuraven els dissenys de les activitats de joc	171
6.5. Canvis en la tipologia d'accions que promouen els dissenys de les activitats de joc.	
.....	175
6.5.1. Accions de joc	175
6.5.2. Accions d'activitat científica escolar (ACE)	177
Chapter 7. Emotional Experiences. Results and discussion 2.....	182
7.1. Prior science learning experience	186
7.1.1 Context of reflection on prior science learning experience.....	187
7.1.2. Discussion of the context.....	198
7.2. Design phase of game creation	200
7.2.2. Contexts of reflection 2: Reflecting on their pedagogical orientation after designing an initial TLS	
.....	202
7.2.3. Context 3: Reflecting on their pedagogical orientation after modifying an initial TLS	214
7.2.4. Discussion of the Phase	222
7.3. Implementation phase of game creation	224
7.3.1. Context 4: Reflecting on the TLS implementation to classmates in a microteaching context.....	225
7.3.2. Phase 5: Reflecting on the TLS implementation to elementary students in a microteaching context.	
.....	232
7.3.3. Discussion of the implementation phase.....	241
7.4. Discussion according to Aboutness	243
7.4.1. Emotional Expressions about Science Activities	243
7.4.2. Emotional Expressions about Games Activity	244
7.4.3. Emotional Expressions about Science Games Activity.....	245
7.4.4. Emotional Expressions about students 'emotions.....	246
Chapter 8. Conclusions and research implications	248
8.1. Prior orientations on science education: PSTs 'experiences as science students ...	251
8.2. The challenging experience of designing a GA within a TLS: PSTs 'experiences	
designing science games	252
8.3. The challenging experience of implementing a game to teach science: PST	
experience as teachers	257
8.4. Research implications.....	259

<i>Bibliografia</i>	262
<i>Índex de Taules i Figures</i>	280

Capítol 1. Presentació de la recerca

1.1. Justificació de la recerca

La recerca que constitueix aquesta tesi doctoral aborda com els mestres de primària en formació inicial aprenen a dissenyar i implementar jocs per ensenyar ciències. La investigació se situa en el marc de les dues assignatures de didàctica de les ciències dels estudis de grau de Mestre de Primària, a la Universitat de Vic - Universitat Central de Catalunya. Aquesta formació ofereix oportunitats de reflexió en diferents contextos per tal que els futurs docents facin evolucionar les seves orientacions sobre les ciències, sobre com ensenyar ciències i sobre com els infants aprenen ciències.

La tesi parteix de la motivació personal d'investigar la manera d'aproximar el joc a l'ensenyament i aprenentatge de les ciències a l'educació primària. Així com també reflexionar entorn a quin paper han de tenir els jocs de ciències en la formació al professorat.

El joc —un element estretament vinculat a l'educació en el lleure— ha estat molt present a la meua vida professional com a monitora, educadora, formadora i coordinadora de projectes i programes socioculturals per a infants i joves. Els més de 10 anys vinculada a l'associació CAE (el CAE, formació i serveis socioculturals) m'han permès observar com, a partir d'experiències de joc i dinàmiques de grup, es constaten millores en les relacions socials dels participants. Però, també, millores en l'aprenentatge en valors i continguts específics en els programes de suport escolar. Així, doncs, com a defensora del joc com a context d'aprenentatge, i, en aquell moment, també, com a estudiant dels estudis de mestra de primària a la Universitat de Vic - Universitat Central de Catalunya, em vaig començar a preguntar quin paper podia adoptar el joc en l'educació formal.

Després dels estudis en el grau d'Educació Primària vaig seguir formant-me en els dos àmbits. Per una banda, vaig especialitzar-me en el joc com a eina per a la transformació educativa, en un curs d'extensió universitària de la Universitat de Barcelona. I en finalitzar-lo, vaig formar-me més específicament per l'ensenyament de les ciències cursant els estudis de màster en Innovació en Didàctiques Específiques de la UVic-UCC, amb l'especialitat en ciències.

Així, doncs, el joc i l'ensenyament de les ciències han estat el focus de la meua trajectòria acadèmica en diferents moments. Ha estat durant l'etapa d'estudiant de doctorat i treballant com a dissenyadora de materials didàctics que he tingut l'oportunitat de vincular aquestes

dues passions. Així com actualment, com a professora de mestres en formació inicial de la UVic-UCC.

A partir d'aquesta motivació personal, he aprofundit en diversos estudis que indiquen que el joc és una eina didàctica efectiva en l'àmbit de les ciències. Sense cap mena de dubte, el joc pot esdevenir un context d'aprenentatge que afavoreixi el desenvolupament de la competència científica, ja que té la capacitat de promoure habilitats, actituds i valors, útils per a la pràctica i el pensament científic (Honey i Hilton, 2011; McClarty et al., 2012; Morris et al., 2013). Però, tal com afirma Ripoll (2017), aplicar el joc a l'aula pot córrer el perill de ser naïf, de quedar-se en una simple modificació estètica i no provocar cap reflexió cap a una innovació educativa. Davant d'aquesta dificultat, hi ha una manca d'estudis que tractin amb profunditat els reptes dels mestres en formació en integrar joc i didàctica de les ciències.

Cal tenir en compte també que termes com la ludificació i l'aprenentatge basat en jocs han tingut una gran acollida en contextos educatius en general, fet que ha anat en augment en aquest segle XXI (Kapp, 2012; Nousiainen, et al., 2018). Actualment el joc és focus d'interès de moltes formacions per a professionals de l'educació, que haurien de permetre repensar com millorar l'ensenyament i l'aprenentatge utilitzant el joc, i no a la inversa. És a dir, el joc hauria de ser la conseqüència de la innovació educativa, en lloc de la causa (Ripoll, 2017). La pregunta no hauria de ser com puc aplicar aquest joc per ensenyar quelcom, sinó: tinc un problema en ensenyar aquest contingut, el joc o elements de joc em poden resoldre el problema?

Però sembla que en moltes ocasions es promou un discurs que perpetua una educació tradicional disfressada per elements de joc que la fan més atractiva amb vista a l'alumnat, de manera que es fa de la ludificació una ludodictadura (Escrivano, 2013). És a dir, que els mestres usem el joc com a estratègia de màrqueting per implicar l'alumnat en activitats que promouen un ensenyament basat en l'assimilació i reproducció de coneixements —un exemple seria jugar a relacionar conceptes i definicions en un joc tipus *memory*—, o, al contrari, que es promou una educació lúdica lliure, mancada d'intenció didàctica sobre el contingut de la disciplina. Un exemple d'aquesta última idea seria jugar a fer curses en rampes i esperar que per si sols entenguin que hi ha una força de fregament que els frena en un punt determinat; en lloc de permetre una reflexió i innovació profunda vers la construcció de coneixement.

Després de cursar el màster en Innovació en Didàctiques Específiques a la UVic-UCC, vaig tenir clar que introduir el joc a l'aula de ciències implica un disseny i una implementació que ha d'anar en línia amb l'enfocament actual de ciència escolar plantejada en el màster. Des d'aquesta perspectiva s'entén l'ensenyament i l'aprenentatge de les ciències com una activitat constituïda per tres pràctiques científiques de diferent naturalesa: la pràctica científica d'indagació, basada en l'observació, l'obtenció i l'anàlisi de dades i fets empírics per construir conclusions basades en l'evidència; la pràctica científica de modelització, que contempla els models i les idees científiques que permeten imaginar explicacions de fenòmens científics; finalment, la pràctica científica d'argumentació, la qual posa en relació les dues pràctiques anteriors per tal d'argumentar i construir explicacions científiques posant en coherència les evidències i els models (Couso, et al. 2020; Martí, 2016; Osborne, 2012).

En aquesta línia, la formació de mestres proposada a la UVic-UCC s'orienta a oferir contextos de reflexió sobre el disseny i la implementació del joc en la didàctica de les ciències. Per aquest motiu, es demana als estudiants que dissenyin una seqüència d'activitats d'ensenyament-aprenentatge (SEA) que incorpori una activitat de joc (AJ), i que la que modifiquin a partir dels aprenentatges de l'assignatura de Didàctica de les Ciències I. La proposta també consisteix que posteriorment ho implementin en dos contextos diferents: a la universitat, amb els seus companys, i en una escola de primària. Aquests contextos ens permeten l'orientació dels mestres en formació a partir de la reflexió sobre el coneixement didàctic del contingut.

Com a dissenyadora de materials didàctics lúdics de ciències, sé que introduir el joc a l'aula no és quelcom senzill. Jugar a l'aula ha de ser una pràctica coherent amb els objectius didàctics inicialment plantejats (Weitze, 2014). En la tasca d'equilibrar aspectes de joc i aspectes de didàctica de les ciències és on recau gran part de la dificultat, que requereix una curiosa consideració dels avantatges del joc, com la motivació, però també de les debilitats, com la dèbil connexió amb el contingut científic (Morris et al., 2013).

Per poder ensenyar ciències a través d'un joc, necessitem, per una banda, saber ensenyar ciències, fet que implica desenvolupar el coneixement didàctic del contingut (Garritz, 2010; Grossman, 1990; Shulman, 1987; Zembylas 2007). Per l'altra, saber dissenyar i implementar jocs, fet que implica conèixer les metodologies lúdiques disponibles, i tenir un gran "sarró ple de recursos diferents i saber-los destriar" (Ripoll, 2006). Des d'aquest punt de partida, una de les aportacions que pot oferir aquesta recerca és la identificació de les dificultats i els reptes

en el moment de dissenyar i d'implementar jocs de ciències. I també la reflexió sobre quins han de ser els coneixements i quines les habilitats que un docent necessita per poder ensenyar a partir de l'aprenentatge de les ciències basat en el joc.

Per apropar-nos a les dificultats i els reptes en el moment de dissenyar i d'implementar el joc, s'ha investigat a partir de les experiències dels mestres en formació entre l'inici i el final de la seva formació, però també posant el focus en l'evolució de la seva experiència d'aprenentatge, que contempla aspectes emocionals, cognitius i socials del procés d'aprenentatge en el seu conjunt (Roth & Jornet, 2014), per tal de comprendre el canvis situats en el context.

Per tal d'abordar aquesta part de la tesi, em vaig embarcar en una estada de recerca l'any 2020 amb el grup de recerca d'Alberto Bellocchi, *Studies of Emotion in Science Education Lab* (SEALS) de la Queensland University of Technology (QUT). Fruit d'aquesta estada es va considerar posar el focus en l'anàlisi de l'experiència emocional dels futurs mestres en formació, ja que les dades contemplaven expressions emocionals, a partir de les quals els futurs mestres donaven sentit a la seva manera d'ensenyar (Rivera Maulucci, 2013). Però també es va considerar a causa de la manca d'estudis en aquest àmbit de recerca.

Diversos estudis sobre formació al professorat en ciències mostren com les emocions són part essencial del desenvolupament d'aprendre a fer de mestre (Bellocchi et al., 2014; Hufnagel, 2015; Jaber et al., 2016; Ritchie & Beers Newlands, 2017; Zembylas, 2002). No només com a estudiants de mestre, sinó que les emocions estan presents i transformen la pràctica i les orientacions del professorat en actiu, de manera que conformen la seva identitat com a mestres de ciències (Zembylas & Baker, 2002). Tot i així, la perpetuació de la dicotomia entre raó i emoció ha limitat i segueix limitant les formes d'entendre la manera com comprenem el món i la forma com ens expressem (Hufnagel, 2014). Alhora justifica que la recerca sobre emocions en l'ensenyament de les ciències estigui mancada d'investigacions que conceptualitzin les emocions des d'una visió sociocultural que contempli la complexitat de les emocions situades en un context (Bellocchi & Amat, 2022).

En aquesta tesi, des d'un enfocament sociocultural, les emocions dels mestres en formació poden servir per identificar experiències situades en moments concrets de les assignatures que han estat significatives en el seu procés d'aprenentatge. Les expressions emocionals

identificades d'acord amb el motiu que les provoca, el tipus d'emoció que provoca, i quines persones s'inclouen en aquesta expressió emocional (Hufnagel, 2014), ens permeten reflexionar entorn dels temes i moments de les seves preocupacions i satisfaccions. En aquesta línia, una aportació que pot oferir aquesta tesi és mostrar com els mestres donen sentit a la seva orientació sobre didàctica de les ciències al llarg del procés d'aprendre a ser mestres. La reflexió posterior sobre els resultats de la recerca ens pot conduir, com a formadores de mestres, a identificar i posar en pràctica millores en les assignatures de Didàctica de les Ciències I i II de la UVic-UCC.

1.2. Context de l'estudi

Aquesta recerca ha estat realitzada en el marc de les assignatures de Didàctica de les Ciències I i II a tercer i quart curs del grau en Mestre d'Educació Primària de la UVic-UCC durant els cursos acadèmics 2018-2019 i 2019-2020. En aquestes assignatures, es demana que per grups, els mestres en formació dissenyin una seqüència d'ensenyament-aprenentatge (SEA) sobre un tema de ciències a l'inici de l'assignatura, i la revisin i modifiquin a partir de l'aprenentatge adquirit al final de la primera assignatura de tercer. Una de les activitats de la SEA dissenyada, l'AJ, s'implementa en dos contextos diferents de microensenyament: a la universitat amb els seus companys de classe en el marc de l'assignatura de tercer i, fent un taller a una escola de primària durant l'assignatura de quart.

L'estudi pren com a punt de partida dues tesis anteriors contextualitzades en aquestes mateixes assignatures de didàctica de les ciències i que van utilitzar els dissenys de les SEA com a font de dades principals. La tesi de Martí (2016) està centrada en analitzar els perfils d'activitat científica escolar en les planificacions dels estudiants de mestre. La tesi de Jiménez (2016) també utilitza el disseny de seqüències didàctiques, en aquest cas per interpretar com els mestres en formació inicial apliquen el seu coneixement com a mestres de ciències a partir de l'aprenentatge centrat en models. Aquest estudi vol continuar aportant coneixement en aquesta línia dels dissenys de SEA per mestres en formació, però focalitzant l'anàlisi en les activitats de joc que es demana que dissenyin en el marc de la SEA i que implementin en contextos de microensenyament.

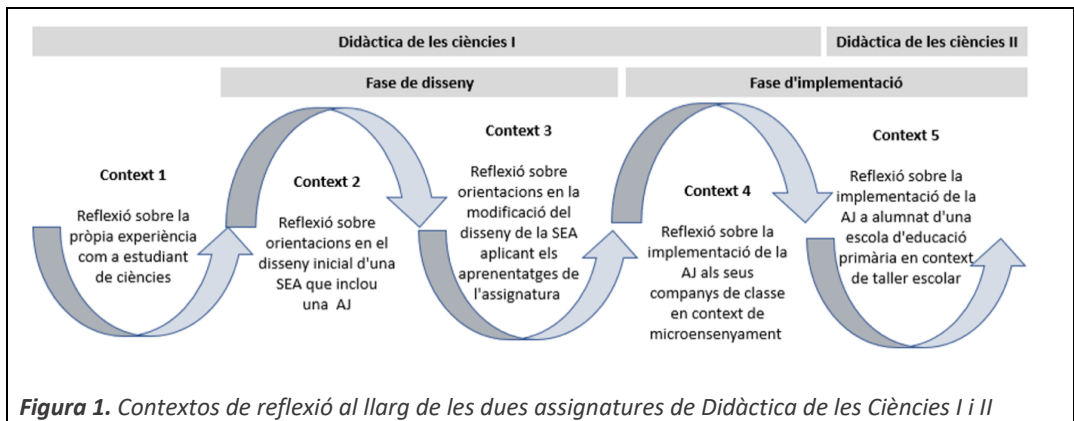
1.3. Objectius de la recerca

El joc pot esdevenir un context d'aprenentatge més d'entre el gran ventall de recursos que els mestres poden utilitzar per a l'ensenyament-aprenentatge de les ciències. Igual que els contes o els experiments, els jocs són una eina que els i les mestres en formació haurien de dominar per poder facilitar l'aprenentatge de continguts científics a l'aula. Com bé sabem, aprendre a partir del context de joc o d'un conte no és quelcom tan fàcil com presentar el recurs i esperar que els nens i les nenes aprenguin pel sol fet de jugar-hi o llegir-lo, sinó que cal articular un seguit d'estratègies i accions al voltant del joc que permetin que prengui sentit en el procés de construcció de coneixement dels nens i les nenes.

Aquesta recerca vol comprendre com els i les mestres en formació inicial aprenen a dissenyar i implementar una AJ per ensenyar ciències en el marc d'una SEA. Parlem concretament d'activitat de joc" (AJ), enlloc de "joc", ja que entenem que en el nostre context el joc va acompanyat d'un seguit d'accions no exclusivament lúdiques, per tal d'aconseguir el seu objectiu didàctic.

L'objectiu general d'aquesta recerca és **descriure i interpretar com grups d'estudiants en formació inicial de mestres de primària aprenen a dissenyar i implementar una activitat de joc (AJ), dins de seqüències d'ensenyament-aprenentatge (SEA), en el marc de dues assignatures de Didàctica de les Ciències del grau en Mestre d'Educació Primària.**

En aquest sentit, l'estudi està organitzat en cinc contextos d'aprenentatge diferents al llarg de les dues assignatures de Didàctica de les Ciències (vegeu Figura 1). Per tal de considerar tot el procés que fa un mestre en la seva pràctica docent, es proposen contextos que permeten la reflexió tant en la fase de disseny de planificacions com en la fase d'implementació de les propostes. Durant la primera assignatura a tercer curs trobem: (1) el context de reflexió sobre l'experiència prèvia escolar en l'àrea de les ciències; (2) el context de reflexió sobre el disseny de l'AJ dins una SEA; (3) el context de reflexió sobre la modificació de la SEA a partir dels nous coneixements, i (4) el context de reflexió sobre la implementació del joc a alumnat de la universitat. En el marc de l'assignatura de quart curs es desenvolupa: (5) el context d'implementació del joc a alumnat de primària.



D'acord amb la finalitat general exposada, aquesta investigació planteja dos objectius generals. El primer vol **analitzar i mostrar com els dissenys d'AJ de ciències dins de SEA canvien en involucrar els i les mestres en formació inicial en l'assignatura de Didàctica de les Ciències I de la UVic-UCC.**

En el marc de l'assignatura de Didàctica de les Ciències I, se'ls va demanar que dissenyessin una SEA que incorporés cinc activitats, de les quals una fos una AJ. Aquesta SEA va ser revisada al final de l'assignatura, per tal d'adequar-la a les noves orientacions i als coneixements adquirits. Aquestes planificacions escrites inicials i finals constitueixen les fonts de les dades recollides i analitzades que donen resposta a aquest primer objectiu.

Les vint AJ dissenyades a l'inici i les vint AJ modificades al final de l'assignatura, sobre els temes de calor, so, llum, força de fregament, i flotabilitat, han estat analitzades i comparades en relació amb diferents característiques lúdiques i didàctiques. En aquest sentit, aquest objectiu general s'ha dividit en 6 objectius específics que permeten descriure i comparar les AJ segons aquestes diferents característiques. Els objectius específics són els següents:

Objectiu específic 1.1.) Comparar els canvis de la funció didàctica de les activitats de joc entre les SEA inicials i finals

En primer lloc, es vol identificar quin rol adopta l'AJ dins una seqüència de cinc activitats. Es vol constatar en quin moment de la SEA es posicionen les AJ, i si aquestes tenen alguna relació amb les altres activitats proposades. I, a continuació, identificar com els mestres han canviat la funció didàctica de les AJ després d'haver cursat l'assignatura de Didàctica de les Ciències. Quan parlem de funció didàctica, identifiquem quatre categories: l'exploració de les idees

inicials, la introducció de nova informació, l'estructuració i síntesi o l'aplicació a un nou context.

Objectiu específic 1.2.) Caracteritzar i comparar les activitats de joc inicials i finals d'acord amb la seva la tipologia de joc.

Una de les característiques dels jocs és la seva tipologia, que en aquest cas hem identificat en funció de les accions que promou el joc. Tot i que hi ha un gran ventall de possibilitats de classificar i caracteritzar els jocs (per nombre de jugadors, per l'espai que necessiten, entre d'altres), en aquest objectiu els dividim en funció de l'activitat que promouen, com, per exemple, jocs de llançament, jocs de representació, jocs de comunicació, jocs de taula, jocs de preguntes, entre d'altres.

Objectiu específic 1.3.) Analitzar com canvia la coherència entre objectius lúdics i didàctics dels dissenys de les activitats de joc inicials i finals.

La intenció d'aquest objectiu recau a detectar com mestres en formació inicial dissenyen la relació entre els objectius lúdics i didàctics de l'AJ, i com aquesta estructura varia al final de l'assignatura. Per determinar la relació entre ambdós objectius ens centrem en analitzar si les AJ contempnen els dos objectius, i si estan relacionats entre si.

Objectiu específic 1.4.) Descriure els canvis en les normes que estructuraven els dissenys de les activitats de joc inicials i finals.

Aquest objectiu específic té la finalitat de descriure i identificar les modificacions de les AJ en el disseny de les normes de joc, que inclou l'estructuració de l'espai, el temps, els materials i l'organització i la relació entre persones. En definitiva, consisteix a detectar si les normes del joc són més estructurades o obertes.

Objectiu específic 1.5.) Identificar i comparar la tipologia d'accions que promouen els dissenys de les activitats de joc inicials i finals.

Aquest objectiu pretén identificar la tipologia d'accions lúdiques, d'entre les accions mentals, sensorials o motrius i, d'altra banda, identificar la tipologia d'accions d'activitat científica escolar (ACE), que inclouen pràctiques científiques d'indagació, modelització i argumentació. A trets generals, veure l'equilibri entre accions lúdiques i ACE, i com varien en implicar els estudiants de mestre en una formació de didàctica de les ciències.

Objectiu específic 1.6.) Descriure les tendències entre el tema de ciències i els dissenys de les activitats de joc de forma transversal.

Per acabar, l'objectiu específic 1.6. està enfocat a identificar si el tema de ciències (so, calor, força de fregament, flotabilitat o llum) té alguna relació amb com els futurs mestres dissenyen els diferents aspectes de les AJ esmentats en els objectius específics anteriors. És a dir, si la funció didàctica, la tipologia de joc, l'alineació d'objectius, les normes i les accions de joc han estat dissenyats d'una determinada manera a causa del tema de ciències que promouen.

El segon objectiu general de la tesi és **descriure i interpretar les expressions emocionals de tres grups de mestres en formació inicial d'educació primària mentre reflexionen sobre la seva experiència prèvia de disseny i d'implementació d'activitats de joc dins una seqüència d'ensenyament-aprenentatge.**

En el segon objectiu es fa el seguiment de les experiències emocionals (EE) de tres grups d'estudiants de mestre al llarg de les dues assignatures de Didàctica de les Ciències I i II. Els objectius específics estan orientats a identificar les EE dels tres grups de mestres en formació inicial, en diferents contextos d'orientació reflexiva a partir dels quals hem dividit les dues assignatures cursades i que ja hem exposat al principi d'aquest apartat. I, finalment, es tracta un objectiu específic enfocat a identificar quins són els motius principals de les emocions expressades dels mestres en formació, que s'ha dut a terme reinterpretant les dades identificades en els objectius específics anteriors. Aquests "motius" en anglès es conceptualitzen com *aboutness*, que en català equivaldria als "sobre què" emergeixen les emocions dels estudiants de mestre.

Així, doncs, aquest objectiu general s'ha dividit en 5 objectius específics que permeten descriure l'experiència emocional en la formació inicial de mestres. Aquests objectius específics són els següents:

Objectiu específic 2.1) Caracteritzar els grups de mestres a partir de l'anàlisi de les principals expressions emocionals en relació amb la seva experiència prèvia com a estudiants de ciències.

En primer lloc, l'objectiu específic 2.1. té la finalitat d'identificar l'experiència emocional dels tres grups de mestres en formació referent a la seva experiència escolar prèvia. Respon a

aquelles experiències relacionades amb l'aprenentatge del contingut de la matèria de ciències, però també com recorden que els van ensenyar ciències, i en l'autopercepció com a estudiants de ciències. El relat d'aquestes experiències plenes d'expressions emocionals permeten identificar la seva experiència preuniversitària en relació amb les ciències i la seva didàctica.

Objectiu específic 2.2.) Identificar i analitzar les principals expressions emocionals en relació amb l'experiència de disseny d'una SEA.

L'objectiu específic 2.2 fa referència a l'experiència emocional durant el context de disseny de les SEA. S'identifiquen les expressions emocionals des que se'ls proposa fer el disseny a l'inici de l'assignatura de Didàctica de les Ciències I, fins que l'han de modificar introduint els nous aprenentatges al final de l'assignatura. L'evolució d'aquesta experiència emocional permet identificar les experiències emocionals en relació amb el context d'aprenentatge del disseny.

Objectiu específic 2.3.) Descriure i interpretar les principals expressions emocionals en relació amb l'experiència d'implementar una AJ als companys de classe de la universitat.

L'objectiu específic 2.3 té la intencionalitat d'identificar les expressions emocionals en el context d'aprenentatge de la implementació de les activitats de joc a la universitat, al grup de companys i companyes de classe. Aquest context de coensenyament amb els membres del seu grup permet posar en pràctica el disseny de l'AJ per primera vegada. Del relat d'aquesta experiència n'identifiquem l'experiència emocional dels mestres en formació vinculada al seu procés d'aprendre a ser mestres de ciències.

Objectiu específic 2.4.) Descriure i interpretar les principals expressions emocionals en relació amb l'experiència d'implementació a una escola de primària.

La finalitat de l'objectiu específic 2.4 és identificar les expressions emocionals del segon context de microensenyament que se'ls proposa. En aquest cas parlem de la implementació amb l'alumnat de 3r de primària en una escola de la ciutat de Vic. El discurs de la seva experiència a l'escola ens permet identificar les expressions emocionals en un context més realista.

Objectiu específic 2.5.) Relacionar els principals *aboutness* de les expressions emocionals amb les experiències de disseny i implementació d'activitats de joc.

Per últim, l'objectiu específic 2.5 té la finalitat d'identificar els principals *aboutness* que emergeixen durant els contextos de disseny, d'implementació a la universitat, i d'implementació a l'escola de primària. Considerant que les expressions emocionals ens indiquin les preocupacions dels mestres en formació, aquest objectiu respondria a la pregunta de quines són les preocupacions en cadascun d'aquests contextos d'aprenentatge.

Malgrat que els dos objectius generals semblin dos objectius molt diferents i que incorporin metodologies d'investigació pròpies, com es veurà més endavant, per abordar-los entenem que els dos objectius són indispensables per comprendre amb profunditat el fenomen. Ambdós objectius se centren en l'estudi del mateix grup-classe d'estudiants en formació inicial de mestre, tot i que en l'objectiu 2 ens focalitzem en interpretar les dades de tres grups d'estudiants amb més profunditat. Mentre el primer objectiu es pot comprendre com a una mirada macro del fenomen, el segon objectiu ens permet observar amb més detall els casos de tres exemples. En aquest sentit, la primera part d'aquesta recerca ens permet fer una descripció més àmplia del grup a partir de l'anàlisi dels seus dissenys, i de forma complementària, la segona part de la tesi és una recerca més interpretativa, que parteix de les veus dels mateixos protagonistes.

1.1. Estructura de la tesi

Aquesta tesi segueix un format de memòria de recerca constituïda per 8 capítols, sis dels quals estan escrits en català i els capítols 7 i 8, en anglès per tal d'optar a la menció internacional del doctorat. En primer lloc, en el capítol 1, en el qual s'inscriu aquest apartat d'estructura de la tesi, es presenten la justificació de la recerca, els objectius generals i el detall dels objectius específics, així com la relació entre aquests. I per acabar l'estructura dels continguts de la recerca i la seva organització per capítols.

Seguidament, el marc teòric d'aquesta tesi es desplega en tres capítols que desenvolupen el joc i el disseny de jocs per ensenyar i aprendre ciències en la formació inicial de mestres; la formació inicial de mestres per a l'ensenyament de les ciències; i les emocions en la formació inicial de professorat.

Així doncs, en segon lloc, el capítol 2, sobre el joc, s'inicia amb una revisió històrica sobre el concepte i els enfocaments metodològics que usen el joc amb objectius didàctics. El capítol continua concretant el joc en l'ensenyament de les ciències, revisant quins aspectes d'aprenentatge promouen els jocs de ciències en diferents recerques anteriors, i finalment es posa el focus en el disseny i la implementació de jocs en la formació inicial de mestres, detectant reptes i experiències en la formació inicial d'altres recerques anteriors.

En el capítol 3, sobre la formació inicial de mestres, es fa una revisió de la literatura sobre els diversos perfils docents d'ensenyament de les ciències, per posicionar-nos en l'enfocament d'investigació i modelització consensuat internacionalment i també utilitzat en el marc de les assignatures de la UVic-UCC. Seguidament, es revisen les aproximacions al coneixement didàctic del contingut que han de dominar els mestres per tal d'ensenyar ciències a primària, i finalment, es presenten els dos principals referents teòrics de les assignatures que són context d'aquest estudi. Per una banda, la importància de l'orientació reflexiva per desenvolupar les orientacions dels futurs mestres, i per l'altra, la implementació d'activitats com a context d'aprenentatge.

En el capítol 4 sobre emocions en formació al professorat, es presenta el concepte d'experiència emocional a partir del qual centrem l'estudi de les emocions, i a continuació es presenta una revisió sobre paradigmes de recerca que estudien les emocions i l'experiència emocional. Per acabar el capítol, s'exposen els resultats de diverses investigacions en relació amb les experiències escolars en relació amb l'àrea de les ciències, les en la construcció de coneixement en didàctica de les ciències i les emocions de mestres en la implementació d'activitats de ciències.

En el capítol 5 es presenta l'enfocament metodològic i el context d'estudi general. Per a cada objectiu de recerca es presenta el mètode i el procés de recollida, anàlisi i categorització de dades. Aquest capítol finalitza amb un apartat per tractar la fiabilitat, la validesa i la transferibilitat, així com l'ètica, i, finalment, el rol de les persones investigadores.

El capítol 6 presenta els resultats del primer objectiu de recerca, que presenta una descripció de com els i les mestres en formació inicial dissenyen jocs per ensenyar ciències. Els resultats ens permeten identificar les seves orientacions sobre l'ensenyament i aprenentatge de les ciències a través del joc, a partir dels canvis de les seves AJ entre l'inici i el final de

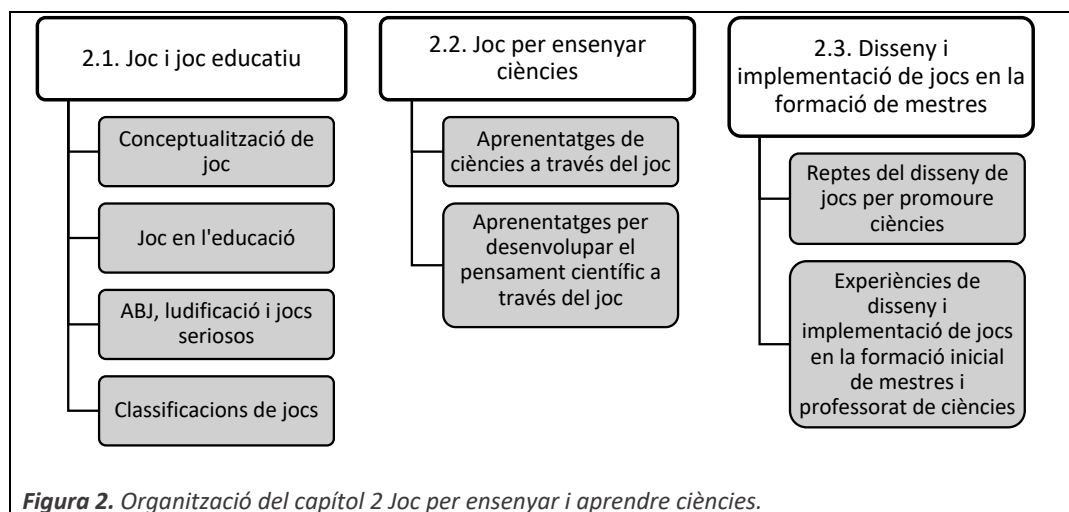
l'assignatura. Hi ha cinc aspectes de les AJ que detallem. Primer la funció didàctica que desenvolupen amb relació a les altres activitats de la SEA. Segon, la tipologia de joc en funció del tipus d'activitat que promouen. Tercer, els objectius lúdics i didàctics de les AJ. Quart, les normes del joc, que inclou la descripció del temps, el material, l'espai, així com l'organització i relació entre participants. Cinquè les accions de joc, referides als moviments de joc relacionats amb l'àmbit lúdic (per exemple llançar un dau). Sisè les accions d'activitat científica escolar, referides les pràctiques científiques que es promouen en el joc (per exemple, analitzar les dades i establir conclusions).

El capítol 7 mostra els resultats del segon objectiu de la recerca, centrat en l'anàlisi del discurs dels mestres en formació inicial. Aquesta part permet aproximar-nos en profunditat en els a tres casos de grups de mestres. A diferència del capítol anterior, en aquest volem interpretar les veus dels i les mestres en formació per comprendre els canvis que han anat incorporant en els seus dissenys, així com els canvis d'orientacions amb relació a l'ensenyament i aprenentatge de les ciències al llarg de les dues assignatures de didàctica de les ciències de la UVic-UCC. Primerament, es presenten els resultats qualitius en forma de descripcions denses de les expressions emocionals identificades en els discursos dels mestres en formació. A continuació es reflexiona entorn dels quatre motius principals que provoquen les expressions emocionals com a indicadors de moments significatius que generen canvis. Aquest capítol es presenta en llengua anglesa, ja que en part és fruit d'una estada de recerca a la Universitat de Queensland (Austràlia) amb el codirector d'aquesta tesi Alberto Bellocchi.

Per acabar, en el capítol 8 es detallen les conclusions generals de la recerca, donant resposta als objectius presentats en el primer capítol, això com també les implicacions didàctiques els resultats en contextos de formació al professorat. Aquest capítol també es presenta en llengua anglesa per tal d'optar a la Menció de Doctorat Internacional.

Capítol 2. Activitat de joc per ensenyar i aprendre ciències

El primer capítol del marc teòric d'aquesta tesi està organitzat en tres blocs, tal com es pot veure a la figura 1. En primer lloc, fem una revisió del concepte de joc i de joc educatiu, passant per autors de referència del món lúdic, però també per autors referents en l'educació que han teoritzat sobre joc. A continuació, ens centrem en el joc per ensenyar i aprendre ciències. Primerament explorant en la literatura del camp quins aprenentatges promouen els jocs de ciències analitzats per diversos autors i, seguidament, identificant quines finalitats d'aprenentatge científic haurien de promoure els jocs en coherència amb la visió de ciència escolar actual. Per acabar, exposem els reptes en el disseny de jocs de ciències, i una revisió d'experiències de disseny i implementació de jocs de ciències en la formació de mestres de primària.



2.1. Joc i joc educatiu

En aquesta tesi no es podia evitar la difícil tasca de definir el joc, dedicar un espai a repassar breument de quina manera s'ha conceptualitzat el joc a partir de definicions d'autors de diferents àmbits, i fer una breu revisió de les teories clàssiques i modernes, des del punt de vista del joc com a element social, però també educatiu, que han introduït el joc com a element rellevant en l'educació. En segon lloc, ens ubiquem en el complex i discordant mapa actual de metodologies lúdiques en l'àmbit educatiu com la ludificació, el joc seriós o l'aprenentatge basat en el joc. Per acabar, es presenta un apartat sobre la classificació de jocs tenint en compte la seva finalitat educativa.

2.1.1. Conceptualització de joc

El joc és un concepte ampli, definit per moltes cultures de maneres diferents. Totes les cultures juguen, però cada una utilitza el seu llenguatge per anomenar i posar en rellevància les diferents formes de joc. Per exemple, en la cultura grega hi ha una paraula per denominar el joc amb pilota que difereix del mot per referir-se al joc de llançament, i una altra per al joc amb corda, mentre nosaltres fem servir la paraula *joc* com a genèrica (Huizinga, 1972). O bé, en anglès, es diferencien les paraules *play* i *game*, diferenciant l'objecte de l'acció de jugar. El concepte *joc* no només ha estat reiteradament definit, sinó que l'ús del terme *joc* forma part de moltes expressions quotidianes que serveixen com a metàfores i que ens ajuden a veure com la comunitat interpreta el joc i l'acció de jugar. Per exemple en català utilitzem “fa joc amb la samarreta” per referir-nos al fet que una cosa encaixa amb una altra; per indicar que un acte és fàcil o innocent fem servir “és un joc de nens”; també diem “jugar-se la vida” per expressar el risc d'una acció; o “només ha estat un joc” per treure importància, o “jugar net” per referir-se a l'honestedat (Paredes, 2003).

Com hem vist fins ara, el joc presenta una gran varietat de significats i forma part de múltiples situacions quotidianes de la vida de totes les societats i cultures. L'historiador i filòsof Huizinga, segurament l'autor més citat per definir aquest concepte, considera que el joc és més vell que la cultura i, per tant, la cultura brota del joc, no a la inversa (Huizinga, 1972). L'autor afirma que el joc és més que un fenomen fisiològic, psicològic o biològic. Allò lúdic conforma el transfons de tots els fenòmens culturals, materialitzant-se en el saber, la poesia, la vida jurídica i en les formes de vida estatals; és a dir, la civilització sorgeix i es desenvolupa amb el joc i la nostra capacitat de jugar. Huizinga (1972), en el seu llibre *Homo ludens*, ha reflexionat sobre el concepte de *joc* al llarg de la història en les diferents cultures i llengües i, defineix el joc com:

una acció o ocupació lliure, que es desenvolupa dins d'uns límits temporals i espacials determinats, segons regles absolutament obligatòries, encara que lliurement acceptades, acció que té el seu fi en si mateixa i va acompanyada d'un sentiment de tensió i alegria i de la consciència de «ser d'una altra manera» que a la vida corrent (p. 55)

Així, doncs, segons Huizinga (1972), l'acció de jugar ha de complir aquestes 5 característiques: objectiu, espai i temps, normes consensuades, plaer i ficció. Aquesta descripció de joc que encara fem servir avui va ser ampliada pel seu deixeble Caillois (1961), qui posa èmfasi en el caràcter improductiu dels jocs i defineix el joc com una activitat essencialment: 1) lliure, en què el joc no és obligatori; 2) separada, circumscrita dins d'uns límits d'espai i temps; 3) incerta, el procés i el final no pot determinar-se amb anterioritat; 4) improductiva, que no crea ni béns, ni riqueses, ni elements nous de cap tipus; 5) reglada, governada per normes; 6) imaginària, acompanyada d'una consciència especial d'una segona realitat o d'una irrealitat lliure, contrària a la vida real.

Tot i que ambdues descripcions són bastant acurades, trobem limitacions que evidencien que descriure *joc* no és una tasca fàcil, i que hi ha tantes definicions com persones el defineixen. Per exemple, l'amplitud d'aquestes definicions permet afirmar que el teatre és un joc, ja que és una acció que compleix les característiques enumerades per Huizinga (1972) i Caillois (1961); en canvi, no es considera joc un esport professional com el futbol, ja que aquesta és una activitat lucrativa.

Altres descripcions de joc importants en la literatura nacional i internacional han estat revisades i analitzades per Paredes (2003), en el seu llibre *Juego, luego soy*, en el qual dedica un capítol a revisar definicions de joc. L'autor sintetitza en quatre grups les aportacions de més de trenta autors: (1) consideren el joc com un adverbi que ens permet descriure l'acció de jugar; és a dir, com es juga i en quines condicions es juga; (2) posen èmfasi en el plaer; (3) entenen el joc com a espai on participar, entendre i aprendre del context; (4) insisteixen en elements biològics i culturals que implica el joc.

Clarament, podríem dir que aquesta classificació de definicions de joc és resultat de les teories que contempnen els diferents autors analitzats, que venen de trajectòries en diferents àrees de coneixement com la psicologia, l'antropologia, la filosofia i la pedagogia, entre d'altres.

Més recentment, Salen i Zimmerman (2004) també determinen que cada autor defineix el joc per una particular raó i en un context concret, i proposen una comparació de descripcions de *joc* de vuit autors de referència en l'àmbit del joc (vegeu taula 1). Mentre el dissenyador de videojocs Crawford (1982) destaca la importància de la presa de decisions i el sistema de recursos que propicien la interactivitat pròpia dels jocs digitals, el filòsof Suits (1990) accentua

el caràcter voluntari del joc per superar obstacles innecessaris, i suggereix que jugar és una part central de l'ideal de l'existència humana. Així, doncs, el joc de l'oca no seria un joc per Crawford perquè es tracta d'un joc d'atzar en el qual no s'han de prendre decisions.

Donada l'extensa varietat de jocs que existeixen –jocs de taula, jocs de cartes, jocs de rol, videojocs, jocs motrius, etc.—, és poc probable determinar les característiques generalitzades de totes les activitats que popularment reconeixem com a jocs. Tot i així, com a opinió generalitzada dels diferents autors de la taula 1, el joc està limitat per normes i té uns objectius concrets. Les següents característiques més compartides són: que en el joc hi ha un conflicte, que implica la presa de decisions, que és fictici, allunyat de la vida real, i que és una activitat voluntària.

Taula 1. Elements de descripcions de joc de 8 autors

Elements de definició del joc	Parlett	Abt	Huizinga	Caillois	Suits	Crawford	Costikyar	Avedon Sutton- Smith
Procedeix d'acord amb les normes que limiten els jugadors	X	X	X	X	X	X		X
Conflicte o disputa	X					X		X
Orientat a un objectiu	X	X			X		X	X
Activitat, procés o esdeveniment		X			X			X
Inclou prendre decisions		X				X		
No seriós i absorbent			X					
No lucratiu			X	X				
Artificial, fictici			X	X				
Crea grups socials especials			X					
Voluntari				X	X			X
Incert				X				
Fantasia, representació				X		X		
Ineficient					X			
Recursos, fitxes i peces						X	X	
Una forma d'art							X	

Nota: Extret de "Rules of Play: Game design fundamentals", de Salen i Zimmerman, 2004. Copyright 2006 Massachusetts Institute of Technology.

2.1.2. El joc en l'educació

En el nostre context específic, en el qual l'ús del joc té una finalitat educativa, trobem una extensa literatura centrada no només en descripcions sinó en teories i posicionaments sobre les possibilitats del joc en l'educació que evolucionen al llarg de la història. Una de les primeres bases teòriques sobre el joc és de Plató en el seu diàleg *Les Lleis*, qui proposa que els infants dels tres als sis anys han de practicar jocs grupals sota la supervisió de la comunitat, ja que això permetrà transmetre els valors de la cultura i les lleis a través de les normes del joc, i a partir dels set anys proposa vincular el joc amb la instrucció de les seves futures professions i la vida adulta (Grafella, 1997). Històricament el joc ha estat estretament vinculat a l'educació i l'entrenament de qüestions que no tenen a veure amb allò lúdic, com l'estratègia militar o qüestions filosòfiques d'anàlisi i comprensió de la vida mateixa. Alguns exemples serien el joc de taula anomenat go, dissenyat per l'emperador xinès Yao per ensenyar al seu fill com governar el país, o bé, l'aualé, originari de l'Àfrica, que simula la sembra i recol·lecció de l'activitat agrícola (Comas, 2005).

Taula 2. Cronologia de teories de joc en l'educació

Cronologia	Perspectiva	Referent	Idees principals
aC	Joc tradicional i els diàlegs de Plató	Joc Reial d'Ur-Primera dinastia d'Ur (2600 aC) Senet- Antic Egipte (2650 aC) Jocs de Mancala - Antic Egipte (origen desconegut) Go- Dinastia Zhou (2300 aC) Plató (427 aC - 347 aC)	El joc és utilitzat per a l'aprenentatge d'aspectes de la vida adulta. Com, per exemple, l'entrenament militar o els valors i la filosofia de la cultura.
s. XIX	Teoria fisiològica d'excés de l'energia	Friedrich Schiller (1759-1805) Herbert Spencer (1820-1903)	S'entén que el joc és una necessitat vital i plaent a través de la qual infants i joves gasten l'energia que no necessiten per treballar o subsistir, ja que aquestes necessitats són cobertes pels adults.
	Teoria fisiològica de la relaxació	Moritz Lazarus (1827-1903)	El joc és utilitzat per a la relaxació amb la finalitat de recuperar energia després d'una activitat seriosa. El joc és un mecanisme d'economia energètica.
Primera meitat s. XX	Teoria de la recapitulació	Granville Stanley Hall (1844-1924)	S'entén que en el joc els infants reproduïxen i transfereixen els costums de cultures anteriors de generació en generació. Per exemple saltar, amagar-se o córrer, que els nostres avantpassats realitzaven durant la caça.

	Teoria de l'exercici preparatori	Karl Groos (1861-1946)	El joc l'utilitza per a l'entrenament de la vida adulta. Permet practicar i desenvolupar necessitats diverses, com les físiques en els jocs motrius o les socials en el joc simbòlic.
	Teoria de la derivació per ficció	Édouard Claparède (1873-1940)	El joc és una activitat fictícia on l'infant es refugia en un món no real possible i imaginari on pot satisfer desenvolupar la construcció del "jo" a través del context fictici i segur del joc.
	Teoria psicoanalítica	Sigmund Freud (1856-1939) Donald Winnicott (1876-1971)	El joc permet expressar emocions i sentiments reprimits. S'entén el joc com un espai que permet el desenvolupament emocional i afectiu, juntament amb el cognitiu.
Segona meitat XX	Teoria s. cognitiva	Jean Piaget (1896-1980) Jerome Bruner (1915-2016)	El joc és un mitjà per entendre el món, per consolidar les estructures intel·lectuals a mesura que les posa en pràctica en el joc. El joc és com una guia del desenvolupament.
	Teoria sociocultural	Lev Vygotsky (1896-1934) Brian Sutton Smith (1924-2015)	El joc té una funció socialitzadora i cultural. El joc neix de la frustració d'una situació social o bé de la necessitat de conèixer de l'infant. A través del joc se satisfan aquestes necessitats o frustracions, així com es transmeten valors i ideologies de la cultura.
	Aprenentatge per experiència	John Dewey (1859-1952)	El joc fomenta l'aprenentatge a través de l'experiència, que és voluntària, participativa i té un ordre social.
	Teoria Ecològica	Urie Bronfenbrenner (1917-2005)	El joc i l'entorn estan estretament vinculats, l'infant que juga està determinat per la seva forma de percebre l'entorn, no per una realitat objectiva.
	Teoria culturalista	Johan Huizinga (1872-1945) Roger Caillois (1913-1978)	A partir del joc i la nostra capacitat de jugar, sorgeix i es desenvolupa la cultura.

Nota: Recull d'idees principals sobre el joc en les diferents teories i metodologies educatives. Informació extret de Aranda (2015); Marín (2018); Meneses i Monge (2001); Ortega (1992).

Com podem veure a la taula 2, a partir del s. XIX el joc ha estat teoritzat per molts autors de diferents corrents. Les teories més influents a nivell d'educació que relacionen directament joc i aprenentatge són: les corrents de l'Escola Nova, impulsada per autors com Claparède, que posen el joc com a centre de l'educació per a l'aprenentatge integral; les teories cognitives que posen el focus en el joc com a activitat per al desenvolupament d'estructures intel·lectuals i; les teories socioculturals que destaquen la funció social i cultural del joc.

Hi ha un punt d'inflexió important durant la renovació pedagògica d'Europa a finals del segle XIX i principis del XX. Fins llavors el joc en l'educació es limitava a "l'ús d'una forma atraient destinada a embolicar i mitigar amargues adquisicions, i enganyaven la memòria per permetre a l'ensenyament doctrinal aferrar-se a ella mitjançant mètodes paràsits" (André Michelet, 1977, p.11). És a dir, que s'utilitzava el poder motivador del joc per disfressar el contingut a aprendre. A partir d'ara, en lloc de convertir-se en un mitjà per aprendre, el joc és valorat com a principal protagonista a través del qual l'infant s'expressa, i es considera que mitjançant la manipulació aprendrà. Segons Payà (2007), les doctrines de Fröebel, Montessori, Decroly i Claparède van influir en la introducció del joc en l'educació dels sentits i els aprenentatges com la lectoescriptura, la geometria, l'aritmètica o l'educació social, convencent el professorat de les possibilitats del joc com a element formatiu de primer ordre.

Més endavant, sorgeix la teoria cognitiva de Piaget (1946), que afirma que en les diferents etapes de desenvolupament l'infant juga per adaptar-se i comprendre el funcionament del món a través de l'assimilació i l'acomodació. D'aquesta manera va consolidant noves estructures mentals a partir de jocs d'imitació i el joc simbòlic. Bruner (1984), expert en l'adquisició del llenguatge, contribueix a la teoria cognitiva afirmant que el joc és un context que promou el llenguatge i que jugant l'infant esdevé parlant.

Al segle xx també veiem sorgir la teoria sociocultural del psicòleg rus Vygotsky (1978), que posa el focus en la part socialitzadora i cultural del joc, que contribueix al coneixement d'un mateix i dels altres. Vygotsky entén el joc com un motor per al desenvolupament de capacitats físiques i psíquiques, que permet la creació de zones de desenvolupament pròxim a partir de l'ajuda de la relació amb els altres.

Paral·lelament, Dewey (2004), filòsof i psicòleg americà, que té un paper clau en el desenvolupament de l'escola democràtica, també teoritza sobre el joc. L'autor defensa una pedagogia basada en l'experiència escolar que permeti configurar hàbits per aprendre al llarg de la vida, i aposta pel joc com a experiència que permet l'aprenentatge a través de la participació voluntària. Consta que el joc és un exemple idoni de regulació de la llibertat dels infants que ha de promoure l'escola, degut a tres característiques pròpies del joc; 1) el joc té unes normes; 2) les normes són voluntàriament acceptades; 3) es qüestionen decisions injustes però en cap cas les normes inicialment establertes i consensuades.

Aquest breu resum històric del concepte de *joc* i de les diferents teories del joc en l'educació ens permet veure les múltiples formes de conceptualitzar o entendre el joc com a eina d'aprenentatge. Al mateix temps, ens serveix com a punt de partida per explicar el concepte de *joc* per aprendre i ensenyar ciències, objecte d'aquest estudi.

En el nostre cas, entenem que el joc és una eina o un recurs educatiu que ens pot ser útil per ensenyar i aprendre ciències. Estem d'acord amb la perspectiva de Dewey (2004), en la qual el joc pot esdevenir una experiència d'aprenentatge a l'escola, i adoptem la definició de joc inicial descrita per Huizinga (1972), que reconeix la composició interna del joc com a acció voluntària, plaent i fictícia, que contempla unes normes, un espai, uns materials i un objectiu consensuats.

És important remarcar que, quan ens plantejem el disseny de jocs en aquest estudi, aquests elements del joc, com l'espai o les normes, que definiran la relació entre participants, o amb el material, es defineixen per aconseguir una determinada experiència orientada a l'aprenentatge de les ciències, però també amb un objectiu lúdic.

En aquesta línia, estem d'acord amb Ripoll (2006), especialista català en jocs i creador de projectes educatius relacionats amb el joc, qui determina que l'única persona que pot dir que està jugant és el mateix jugador, que viu una experiència com a divertida, motivadora i voluntària. I, per tant, un joc pot ser viscut com a tal per una persona, i alhora no ser un joc per a una altra persona, en funció de si la seva experiència és lúdica o no.

2.1.3. Aprenentatge basat en el joc, ludificació i jocs seriosos

A trets generals, podríem dir que hi ha tres aproximacions metodològiques per introduir el joc educatiu a l'aula com podem veure a la taula 3. En primer lloc, l'aprenentatge basat en el joc (ABJ) (Prensky, 2001) és una metodologia pedagògica que introdueix el joc, en sentit ampli, com a eina amb una finalitat educativa i no exclusivament lúdica. Com, per exemple, l'ús d'un joc de taula, un videojoc o un joc de rol, per aprendre la selecció natural. En segon lloc, la ludificació, que no és un joc, sinó una estratègia, no estrictament educativa, basada a utilitzar elements, mecàniques o dinàmiques pròpies del joc en contextos no lúdics (Werbach & Hunter, 2012) amb l'objectiu d'enriquir l'experiència d'aprenentatge, dirigir o modificar l'actitud de l'alumnat (Foncubierta & Rodríguez, 2014). Com, per exemple, l'ús de les medalles

i una narrativa per guiar les tasques del trimestre. I, finalment, l'ús puntual dels jocs seriosos, que són aquells jocs comercials dissenyats amb una intenció formativa específica que va més enllà de la diversió (Abt, 1970), i que habitualment són jocs tecnològics o videojocs, com per exemple l'aplicació Duolingo per aprendre idiomes.

Així doncs, mentre la ludificació busca un canvi d'actitud de l'aprenent, i els jocs seriosos busquen l'aprenentatge d'un contingut, l'ABJ inclou ambdues estratègies i tot tipus de jocs amb una finalitat d'aprenentatge integral. Alguns autors la diferencien de l'ensenyament basat en el joc (EBJ) (Bauman & Wolfenstein, 2003), que se centra en l'agent que implementa el joc, o l'ensenyament i aprenentatge basat en el joc (EABJ) (Holmes & Gee, 2016), que té en compte els dos processos des del punt de vista tant del mestre com de l'alumnat. En aquesta recerca farem servir el marc de l'ABJ per referir-nos a l'ensenyament i l'aprenentatge basat en joc.

Taula 3. Jocs, aprenentatge basat en el joc i ludificació

	Joc	Joc seriós	Joc per aprendre	Aprenentatge basat en joc	Pedagogia basada en joc	Ludificació
Definició bàsica	Aquest terme inclou les altres categories excepte ludificació	Joc dissenyat per fins distints o addicionals a l'entreteniment	Joc dissenyat amb la intenció de promoure objectiu d'aprenentatge	El procés i pràctica d'aprenentatge a través de jocs (des del punt de vista de l'aprenent)	El procés i pràctica d'aprenentatge a través de jocs (des del punt de vista del mestre)	Ús d'elements de joc en contextos no lúdics
Objectiu	Pot ser per cap objectiu.	Canvi d'actitud, salut, comprensió, coneixement.	Normalment relacionat amb objectius educatius.	No és un joc, és una metodologia d'aprenentatge.	No és un joc, és una metodologia d'ensenyament.	Sovint per motivar, però també per fer quelcom més lúdic.
Motor principal	Pot ser per jugar o per obtenir	Per obtenir el missatge del joc	Per aprendre alguna cosa	Per millorar l'efectivitat de	Per millorar l'efectivitat de	Depenent de la implementa

(Perquè l'usem?)	recompenses			l'aprenentatge	l'ensenyament	ció per recompenses extrínseques o intrínseques.
Pregunta clau	És divertit?	És atractiu?	És efectiu?	Estic aprenent el que necessito aprendre?	És efectiu?	Empresa: millora els beneficis? Educació: és efectiu?
Focus	Experiència del jugador (com)	Contingut/missatge (què)	Contingut/missatge (què)	Objectiu d'aprenentatge (què i com)	Objectiu d'aprenentatge (què i com)	Experiència de l'usuari (com)
Factor Impulsor	Diversió	Missatge	Falta de coneixement	El joc és la classe o una part de la classe	El joc és la classe o una part de la classe	Impacte en el com alguna cosa és ensenyada, enlloc de en què s'ensenyava
<i>Nota: Diferències entre conceptes de joc. Extret de "Choosing and Using Digital Games in the Classroom", de Becker, 2017. Copyright 2017 Springer.</i>						

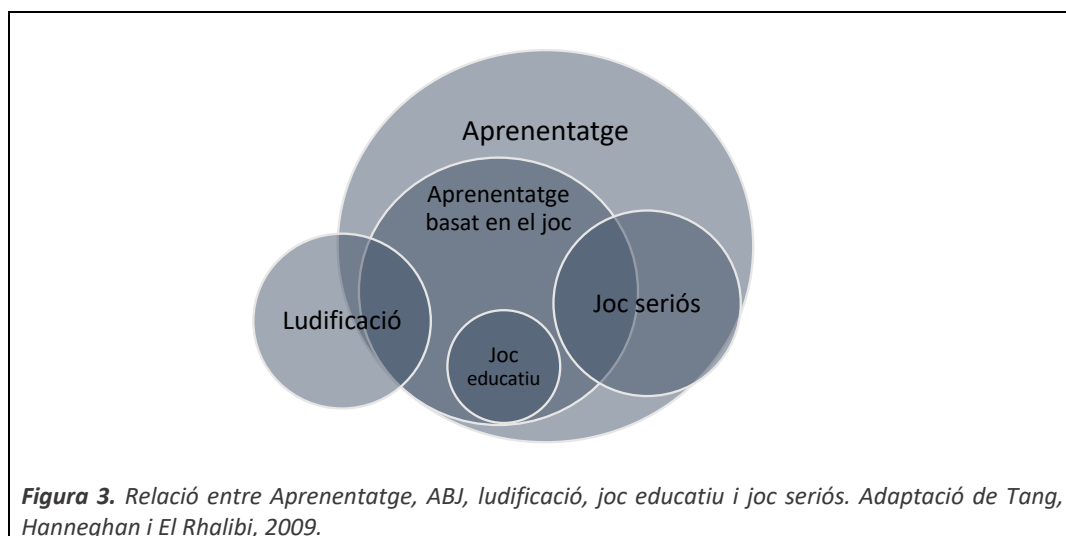
Alguns autors veuen en aquestes formes d'aplicació del joc com una gradació que va des de menys components lúdics, com podria ser l'aplicació d'un joc de taula comercial de forma puntual a l'aula, fins a una ludificació de tota una experiència lúdica d'una assignatura. D'altra banda, l'experta en jocs, joguines, infància i educació Marín (2018) ens proposa una taula de diferents mitjans per introduir el joc en un context d'aprenentatge en funció de la sensació de joc que es vol aconseguir i la durada de l'aplicació dels elements de joc que s'introdueixen (vegeu taula 4).

Taula 4. Manifestacions del joc en contextos d'aprenentatge

		Punt lúdic	Ludificació	Dinàmiques	Joc seriós	Jocs
Elements de joc	Comportament a curt termini	X	X	X		
	Comportament a llarg termini		X	X	x	
Sensació de jugar	Transmetre competències			X	x	
	Diversió					X

Nota: Classificació de conceptes de joc en l'entorn educatiu. Extret de "¿Jugamos?", de Marín, 2018. Copiright 2018 de Marín, del disseny i il·lustracions, Cubeiro, i Espasa Libros.

Una altra proposta de relació entre aquestes conceptes és la de Tang et al. (2009). Com podem veure a la figura 3, l'ABJ inclou l'ús de la ludificació, els jocs seriosos, els jocs educatius, que són aquells jocs dissenyats o modificats per aprendre quelcom, i les simulacions.



Segons investigacions recents sobre ABJ (Li & Tsai, 2013; McClarty et al., 2012; Qian & Clark, 2016), entre els jocs educatius o jocs seriosos, trobem tipologies de joc com els videojocs o jocs digitals, les simulacions i els jocs d'escapament. D'altra banda, les simulacions són models computacionals d'una situació real o hipotètica que permet a l'alumnat modificar o manipular els seus paràmetres (Clark et al., 2009), tot i que no són considerades jocs, ja que les

simulacions no tenen un objectiu específic, sovint es tenen en compte per tal de diferenciar-les dels videojocs o perquè els videojocs inclouen simulacions.

En aquesta tesi, s'analitzen AJ que formen part d'una seqüència d'ensenyament i aprenentatge de forma puntual. Així doncs, entenem que estem incorporant jocs educatius en un context d'aprenentatge basat en el joc, com es mostra en la figura adaptada de Tang et al. (2017).

2.1.3.1. Fem un zoom a la ludificació

D'entre tots aquests conceptes, dediquem un espai al concepte de ludificació, ja que és un terme controvertit. La ludificació sorgeix l'any 2003 amb la finalitat d'utilitzar mecàniques de joc per al benefici empresarial, com, per exemple, la fidelització de clients a través de jocs que permeten guanyar premis, o bé per incentivar la productivitat dels treballadors d'una empresa (Cabañes et al., 2018).

Escribano (2013), des d'una perspectiva crítica, exposa que la ludificació forçada és el contrari de lliure i improductiva, com descriuen Huizinga i Caillois. La ludificació té un objectiu clarament mercantilista i productiu, i en molts casos la ludificació no és acceptada lliurement, sinó que es fa servir com a estratègia comercial. En aquest sentit, l'autor denuncia que en educació s'indueixen canvis de comportament a través d'una *ludodictadura*. Des d'un punt de vista ètic, caldria parar atenció a la instrumentalització del joc en contextos educatius per evitar aquesta lògica comercial. D'altra banda, des del punt de vista de Marín (2018), la ludificació, més enllà d'una simple utilització d'acumular punts o obtenir medalles o fer rànquings, és a dir, aquesta reducció de la ludificació, seria com continuar fent el mateix, però afegint una motivació extrínseca puntual, que difícilment permetrà incentivar comportaments i resultats més enllà de la competitivitat. La utilització indiscriminada d'incentius, l'obligatorietat de jugar i posar els resultats esperats per davant del procés, pot eliminar l'essència del joc com a disparador de motivació i els objectius d'aprenentatge.

En aquesta línia, el disseny d'aquestes experiències hauria de ser conscient, per evitar una ludodictadura i la manipulació de l'alumnat, i alhora el menyspreu del contingut com a quelcom motivador per si mateix.

2.1.4. Classificació i tipologia de joc

Els jocs es poden classificar de tantes maneres com autors els classifiquen. Existeixen diferents criteris: per edat, per tipus d'activitat, per l'espai o el material que requereixen, pel nombre de persones que hi juguen, per la relació cooperativa o competitiva de qui hi juga, o per les dimensions socials, intel·lectuals o culturals que s'activen a l'hora de jugar (Ripoll, 2006).

Una de les classificacions de joc més reconegudes pel camp d'estudi és la proposta de Caillois (1958), qui proposa quatre dimensions per agrupar els jocs: *agon*, jocs esportius o motrius de competició, com el futbol o el joc del cementiri, en el quals es té en compte la competència; *alea*, jocs d'atzar, com el parxís o les apostes; *mimicry*, jocs de simular la realitat, com el joc simbòlic o el joc de rol i; *ilinx*, jocs de vertigen o de risc, com practicar salt de pont. Com podem veure a la taula 5, Caillois proposa no només aquesta classificació sinó la tensió entre *paidia*, la diversió i gaudi, i *ludus*, referit a la presència de normes que requereixen habilitat i dificulten arribar a l'objectiu. Per exemple, mentre jugar a metges seria un joc de simulacre i *paidia*, el joc de rol dels homes llop, seria un joc de simulacre i *ludus*.

Taula 5. Classificació de jocs segons Caillois

	Agón (competència)	Alea (sort) Cara o creu	Mimicry (simulacre)	llox (vèrtic)
Padia (improvització, fantasia)	Curses o lluites no reglamentades		Joc simbòlic o disfresses	Carrusel o jocs de puja i baixa
Ludus (normes de joc)	Boxe, esgrima, futbol, billar o escacs	Joc de l'oca, bingo o loteria	Teatre, arts del espectacle general	Atraccions de fira, esquí o alpinisme

Nota: Classificació de jocs segons Caillois. Adaptació de "Man, play and games" de Caillois, 1958.
Copyright 1958 Les jeux et les hommes.

La tipologia de jocs que més ens encaixa amb el marc d'aquesta tesi són els jocs d'*agon*, que estan basats en la competència del jugador, encara que es contemplin aspectes d'atzar, simulació o risc. Per tant hem optat per buscar classificacions més acurades amb aquest enfocament.

Una de les classificacions que més s'aproxima a la tipologia de jocs que dissenyen les mestres en formació inicial és la de Garfella i López (1997), que proposen la classificació de deu agrupacions de joc a partir de la cultura popular: jocs de pilota, amb tabes i daus, de tauler, de rotllana, amb baldufes i ballarugues, de llançament i precisió, de construcció, d'acoblament i encaix, de simulació, de terra, i, finalment, de persecució i cerca. Nosaltres hem adaptat aquesta classificació a 7 tipologies (vegeu taula 6) que s'adeqüen als jocs dissenyats i a l'objecte d'estudi d'aquesta recerca. Aquestes són: joc de taula, joc motriu, joc de preguntes, joc de pistes i gimcanes, joc de llançament i desplaçament, i joc de comunicació.

Taula 6. Classificació de jocs educatius

Joc de taula	Segons Parlett (1999), fa referència a qualsevol joc que es pugui jugar en una superfície plana com una taula o el terra. Inclou jocs en els quals el tauler és part imprescindible (Comas, 2005), però també jocs de cartes, dominós i daus, que habitualment es diferencien dels jocs de tauler. Com, per exemple, el joc de l'oca, o el joc del mentider.
Joc motriu	Activitats en les que intervenen tot tipus de situacions motrius en forma d'activitat lúdica, que comporten conductes motrius significatives per aconseguir un objectiu (Navarro, 2002). Com per exemple, el joc de matar conills, o saltar a la corda.
Joc de preguntes	Segons García Montes (2019), es troben emmarcats dins la dimensió d' <i>agón</i> de Caillois (1958), i són un seguit d'interrogants que es plantegen en el marc d'un concurs o joc, en el qual tothom té les mateixes opcions de participar. Com per exemple el <i>Kahoot</i> .
Joc de pistes i gimcanes	Es refereix a un seguit de reptes o activitats que has d'anar superant una darrere l'altra, normalment sota un mateix tema o eix d'animació. Com, per exemple, un <i>room escape</i> o una geocerca.
Jocs de llançament i desplaçament	Activitats de punteria o llançament d'objectes. A diferència dels jocs motrius contempnen menys activitat física. Per exemple, les bitlles o la cursa de xapes.
Jocs de comunicació	Fa referència a jocs de la dimensió <i>mimicry</i> de Caillois (1958), jocs de representació i comunicació verbal i no verbal. Com per exemple, <i>el joc de rol</i> , <i>les ombres xineses</i> , o <i>el joc del telèfon</i> .

Nota: Classificació de jocs segons tipologia de joc. Adaptació de "El juego como recurso educativo: guía antològica" de Garfella i López, 1997.

Aquesta classificació està definida per un sistema d'agrupament que té en compte criteris externs del joc com l'acció principal del joc, com *el joc de llançament*, o l'espai on es durà a terme, com *el joc de taula*. D'acord amb Ripoll (2006), la classificació de jocs pot anar més enllà d'agrupacions segons l'aplicació concreta. L'autor proposa que pot ser útil considerar la manera com els jocs són dissenyats per dins, referint-se a la lògica interna del joc: al tipus de relació que promou el joc entre participants, les característiques de l'espai i el material

disponible. Aquests aspectes determinaran el tipus de relacions socials entre participants, i serà causa directa que el joc aconsegueixi o no l'objectiu marcat.

Com es pot veure en la taula 7, existeixen quatre tipus de relacions entre participants en el context de joc i cadascun promou un tipus de valor o actitud.

Taula 7. Vuit valors des del punt de vista de les tipologies de joc

	Joc individual	Joc d'oposició	Joc de cooperació	Joc de cooperació oposició
Acceptar diferents punts de vista			x	x
Creure en les pròpies capacitats per superar obstacles	x	x		
Entendre el diàleg com una font d'enriquiment en les relacions personals			x	
Mostrar-se generós en les tasques col·lectives			x	x
Ser crític davant de les actuacions dels altres		x		x
Ser crític davant les pròpies actuacions	x	x		
Tenir capacitat de lideratge			x	x
Valorar els èxits dels altres		x		x

Nota: Característiques de les diferents tipologies de joc. Extret de "El juego como herramienta educativa", de Ripoll, 2006. Copyright 2006 de la revista Educació Social de la Universitat Ramon Llull.

El mateix succeeix amb les característiques de l'espai de joc de l'aula, els materials i el temps de jocs, que determinen l'experiència que viuran els participants i ens permet avançar que provocarà aquesta lògica interna del joc en l'alumnat (Ripoll, 2006).

2.2. Joc per ensenyar i aprendre ciències

Fent una revisió de la literatura d'estudis que analitzen jocs de ciències, podem constatar la manca d'estudis relacionats amb jocs d'aquesta àrea de coneixement, sobretot en relació amb jocs que no siguin videojocs o jocs digitals. Així doncs, en aquest apartat s'han analitzat estudis que tracten el joc de ciències en sentit ampli, incloent qualsevol tipus de joc de ciències.

En el primer subapartat s'exposen els diferents focus d'aprenentatge que adopten els jocs de ciències, i seguidament es fa una revisió de la literatura sobre jocs de ciències organitzada en tres finalitats didàctiques. Per acabar, s'inclou un apartat breu per parlar dels aprenentatges que hauria de promoure el joc en coherència amb la manera d'entendre la ciència escolar. Aquesta última part s'ampliarà en el capítol següent.

2.2.1. Aprenentatges de ciències a través del joc

El joc a l'aula de ciències ha estat usat per finalitats molt diverses. El joc pot motivar a implicar-se en un procés d'aprenentatge, pot promoure continguts concrets, com també pot servir de context on desenvolupar pràctiques científiques d'indagació. Diversos investigadors argumenten que el joc afavoreix pràctiques basades en la investigació (Gee, 2003), i que els contextos de joc s'orienten no només a l'aprenentatge de dades científiques o a promoure la ciència com a una recepta tancada i progressiva, sinó com a contextos d'indagació sociocientífica, segons la revisió de Barab (2007).

En la revisió de Li i Tsai (2013) es categoritzen un total de sis focus d'aprenentatge dels jocs de ciències analitzats: (a) coneixement científic conceptual, com per exemple un joc d'ombres i llums (Hsu et al., 2011); (b) processos científics, com un joc sobre comprovació d'hipòtesis científiques (p. ex. Spires et al., 2011); (c) compromís i motivació amb l'aprenentatge durant el joc (p. ex. Lim et al., 2006); (d) coneixement científic aplicat a la resolució de problemes, com per exemple el joc de crear una ciutat sostenible (Nilsson & Jacobsson, 2011); (e) emocions durant el joc (p. ex. Li, 2010), i (f) aprenentatge sociocontextual, com les habilitats de col·laboració o de comprendre la naturalesa de la ciència (Squire i Klopfer, 2007).

A continuació, es mostra una breu revisió de recerques que han observat la implicació del joc en tres aspectes diferents del procés d'aprenentatge: (a) la motivació i implicació amb l'aprenentatge; (b) l'aprenentatge de continguts, conceptes i idees, i (c) l'aprenentatge de la naturalesa de les ciències.

Motivació i implicació en l'aprenentatge

La majoria de les investigacions sobre jocs de ciències se centren en l'anàlisi de la promoció d'actituds favorables a l'aprenentatge, com la motivació i el compromís amb l'ensenyament. Segons la revisió de McClarty et al. (2012), la majoria d'investigacions que analitzen jocs de

ciències se centren a descriure l'impacte del joc en aquests aspectes en lloc de centrar-se en el contingut d'una àrea específica, i mostren com el joc té la capacitat de motivar i predisposar l'alumnat en el procés d'aprenentatge.

Aprenentatge de continguts, conceptes i idees de ciències

Altres autors suggereixen que el joc també pot ser adequat per treballar contingut específic com les matemàtiques, la llengua i les ciències (Hays, 2005; Morris et al., 2013). En la revisió de jocs de ciències de Li i Tsai (2013), es constata que el coneixement o els conceptes científics van ser el principal focus d'aprenentatge de 27 dels 32 estudis analitzats a nivell internacional, concretament en les àrees de: física (10 estudis), com l'aproximació a la relativitat de Carr i Bossomaier (2011); biologia (7 estudis), com per exemple un estudi sobre genètica d'Annetta et al. (2009) o sobre immunologia de Khalili et al. (2011); ecologia (4 estudis); neurociència (4 estudis); educació ambiental (3 estudis); ciències de la terra (1 estudi); química (1 estudi), i nutrició (1 estudi). Els jocs eren majoritàriament videojocs, alguns jocs comercials populars, i la resta eren jocs dissenyats per professionals de l'ensenyament de les ciències, mentre que qui participava en els estudis era principalment de secundària o d'universitat, i només un estudi realitzat per Hsu et al. (2011) estava enfocat per ensenyar la llum i l'ombra en educació infantil.

Els resultats d'aquests articles mostren que l'alumnat que va aprendre a través del joc va estar més involucrat, però que no hi ha canvis en el nivell d'aprenentatge (Annetta et al., 2009), tot i que d'altres consideren que el joc no només va servir per implicar-se amb més motivació, sinó per comprendre millor alguns conceptes complexos, com els efectes de la física (Carr & Bossomaier, 2011), o per aplicar el seu coneixement sobre sostenibilitat en contextos significatius (Nilsson & Jakobsson, 2011). Hickey et al. (2009) comparen dos grups d'alumnes de sisè de primària que han participat en un procés d'aprenentatge de les mateixes habilitats i continguts. Un grup, a partir d'un videojoc sobre investigació en ecologia i l'altre, a partir de textos expositius. L'estudi constata que l'alumnat que ha fet servir el videojoc obté millors guanys de comprensió i rendiment a conseqüència de la retroalimentació formativa que ofereix a l'alumnat.

Aprentatge sobre la naturalesa de la ciència

Honey i Hilton (2011) exposen que els jocs tenen el potencial de promoure múltiples objectius d'aprenentatge de l'àrea de ciències com la motivació i l'aprenentatge conceptual, les habilitats pròpies del procés científic, l'aprenentatge de la naturalesa de la ciència, el discurs i l'argumentació científica, i que l'alumnat s'identifiqui amb la ciència i el seu aprenentatge. En aquesta línia, la recerca de Squire i Klopfer (2007), que investiguen l'aplicació del joc "Los detectives del medioambiente" en alumnat de secundària, conclou que el joc va servir com a simulació d'un context que va ajudar l'alumnat a comprendre la naturalesa socialment situada de la pràctica científica.

2.2.2. Aprentatges per desenvolupar el pensament científic a través del joc

Utilitzar un joc per aprendre ciències no vol dir que estigui promovent un tipus de ciència coherent amb la metodologia que destaquen experts en didàctica de les ciències. Com hem vist fins ara, el joc ha estat usat per múltiples objectius, però aquesta intenció no certifica desenvolupar la competència científica. Per exemple, podem tenir la intenció de jugar a una sopa de lletres per aprendre les parts del cos humà, però la ciència escolar entén que cal aprendre les funcions i la relació entre els diferents sistemes del cos humà, en lloc d'entendre'ls per separat, per tal de poder ser científicament competents i poder aplicar el coneixement en múltiples contextos.

La xerrada sobre "Jocs i ludificació a la classe de ciències", organitzada per la Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació, conduïda per l'investigador López (2017), ens mostra recursos de jocs de ciències de diferents tipologies i alguns dilemes interessants a l'hora d'escollir un joc coherent amb les actuals formes d'entendre la ciència escolar. L'investigador exposa que és indispensable entendre el marc de referència de com entenem l'ensenyament de les ciències per poder valorar si el joc que introduïm té sentit en aprendre ciència fent, pensant i parlant ciències, construint progressivament unes idees amb sentit i unes competències útils fora de l'escola. És diferent un joc de resposta tancada com un *Kahoot* — en el qual saps la resposta o no la saps —, que jugar a un joc que et permeti entendre o aplicar les idees científiques com, per exemple, un joc de rol sobre el canvi climàtic.

Els jocs de ciències han de ser coherents amb els nous enfocaments de la didàctica de les ciències i, per tant, cal tenir en compte que la finalitat bàsica recau a desenvolupar la competència científica que suposa fer ciència en tres àmbits: aprendre els models teòrics de la ciència, aprendre a fer ciència com fan els científics i aprendre sobre la naturalesa de la ciència (Hodson, 1994).

En primer lloc, els models teòrics científics són representacions que ajuden a explicar un fenomen científic partint d'evidències (Schwarz et al. 2009), com, per exemple, la representació del model d'ecosistema en el joc "Cucs i llargandaixos" de la Guia Hàbitat, dissenyada per la Dirección General de Calidad i Educación Ambiental (1994), en el qual se simula un ecosistema afectat per pesticides a través d'un joc motriu. Estem d'acord amb Linn et al. (2010), qui afirma que els jocs i les simulacions poden proporcionar models científics simples o intermedis que l'alumnat pot comprendre amb més facilitat i que permetran estructurar coneixements més simples per després fer-los evolucionar.

En segon lloc, amb aprendre a fer ciència com fan els científics ens referim a la idea que els jocs de ciències haurien de permetre desenvolupar pràctiques científiques com observar i analitzar dades, extreure conclusions o construir explicacions. El joc de ciència com a context afavoridor de la ciència autèntica. En aquesta línia, l'any 1956, Robert Abbott va publicar el joc Eleusis, que recrea el mètode científic i permet aplicar el raonament deductiu inductiu de qui intenta esbrinar la norma amagada que seqüència cartes de la baralla francesa (Abbott, 2008).

Finalment, aprendre sobre la naturalesa de la ciència fa referència als continguts epistemològics de la ciència, com, per exemple, promoure la idea que la ciència no dictamina veritats absolutes, o reflexionar sobre els biaixos de gènere o racisme en la ciència. En aquesta línia, un exemple de joc esbiaixat seria aquell que promou imatges de científics que no incloguin la diversitat de gènere, edat, origen, entre d'altres.

Si el que pretenem és que els jocs de ciències siguin coherents amb aquesta perspectiva de ciència escolar, cal identificar quines metodologies i estratègies d'ús del joc a l'aula proposa la comunitat lúdica i si són coherents amb l'enfocament de ciència escolar.

2.3. Disseny i implementació de jocs en la formació inicial de mestres

La finalitat d'aquest subapartat és identificar, a partir de la revisió de la literatura relacionada, els reptes en el disseny de jocs per promoure l'aprenentatge de les ciències. I, en segon lloc, mostrar els resultats d'algunes experiències de disseny i implementació de jocs de ciències per part de mestres en formació.

2.3.1. Reptes del disseny de jocs per promoure l'aprenentatge de les ciències

Gran part de l'eficàcia d'un joc recau en el seu disseny, que en ciències ha de permetre desenvolupar una experiència de joc que requereixi el domini d'habilitats relacionades amb l'alfabetització científica (Chmiel, 2009). Honey i Hilton (2011) proposen un llistat de característiques del disseny d'un joc que influeixen en l'aprenentatge de les ciències; tot i que les autores se centren a parlar de videojocs i simulacions, també són aplicables a jocs no virtuals.

Una idea principal és que els objectius d'aprenentatge han de ser clars i concrets. Així com que cal facilitar suport extern; és a dir, dissenyar un joc que contempli ajudes per assolir el repte, com, per exemple, fer preguntes específiques o consells directes. Les autores també destaquen que a nivell d'estètica les representacions més realistes poden ser més efectives que els símbols abstractes, i que la narrativa ha de permetre la immersió en el joc i agafar distància amb la vida real. En aquesta línia, Wilson et al. (2009) exposa que la motivació de l'alumnat està positivament relacionada amb el nivell de misteri del joc, entenent *misteri* com el problema o la missió que introdueix el joc.

Honey i Hilton observen que la retroalimentació per part del docent de manera explicativa és més eficaç que la retroalimentació correctiva, és a dir, comunicar si és correcte o no. Cal contemplar les possibles adaptacions dels jocs a les diferències d'aprenentatge individuals. A l'últim, aconsellen equilibrar el grau de control de l'alumnat amb l'objectiu del joc. L'autonomia del jugador pot ser un element motivador, però alhora motiu de confusió si no està alienada amb els objectius. En aquesta línia, Young et al. (2012) suggereixen que l'excessiva estructuració de les regles provoca poca autonomia.

Segons Weitze (2014), una de les dificultats de dissenyar jocs educatius és incorporar els objectius d'aprenentatge. L'èxit de l'aprenentatge a través del joc només es produirà si

aconsegum alinear els objectius d'aprenentatge i els objectius de joc, de manera que s'abordin els continguts d'aprenentatge i es garanteixi la diversió.

Un altre dels reptes és evitar dissenyar AJ aïllades que no permetin la transferència de l'aprenentatge. Segons Kim et al. (2009), és necessària una estructura metacognitiva que fomenti la reflexió de l'alumnat amb preguntes reflexives i l'enllaç entre contingut del joc i la seva vida real. En aquesta línia, Staalduinen i Freitas (2011) proposen el *debriefing*, una activitat posterior al joc que permet la reflexió i relació del contingut educatiu amb l'experiència de joc viscuda. Així com un espai d'introducció previ al joc per assegurar que l'alumnat coneix l'objectiu i el context de l'activitat (Alklind Taylor, 2014), o en altres casos, el coneixement del contingut per tal d'aplicar-lo a l'AJ (Crookall & Thorngate, 2009).

I per acabar, el repte d'aconseguir que l'alumnat assoleixi un estat de flux, d'experiència òptima. Csíkszentmihályi (1990) desenvolupa el concepte de *fluir*, per parlar de l'equilibri entre la dificultat que suposa la superació d'un repte del joc i la seva habilitat o experiència per resoldre'l. Aquest *fluir* es trenca quan el repte és massa complex o bé és massa fàcil en relació amb les capacitats de l'alumnat.

En resum, en la següent taula 8 s'organitzen les idees principals dels autors exposats en aquest apartat sobre els reptes en el disseny de jocs per aconseguir una bona jugabilitat i l'aprenentatge de les ciències.

Taula 8. Reptes del disseny de jocs per ensenyar i aprendre ciències	
Objectius	Que siguin clars (Honey & Hilton, 2011), i que l'objectiu didàctic estigui alineat amb l'objectiu lúdic (Weitze, 2014).
Narrativa	Que sigui motivadora (Wilson et al., 2009) i permeti la immersió (Honey i Hilton, 2011).
Representació	Que l'estètica sigui tan realista com sigui possible per representar les ciències (Honey i Hilton, 2011).
Suport extern i retroalimentació	Que contempli ajudes a l'alumnat per guiar-lo a aconseguir l'objectiu i que ofereixi la validació de les accions o respostes de l'alumnat (Honey & Hilton, 2011).
Autonomia	Que equilibri el grau de control i decisió de l'alumnat a partir del disseny de les normes i estructura del joc (Honey & Hilton, 2011; Young et al., 2012).
Transferència i reflexió	Que contempli un espai per a la reflexió entre l'experiència lúdica i l'objectiu d'aprenentatge (Kim et al. 2009; Staalduinen & Freitas, 2011).
Dificultat	Que s'adeqüi al nivell de dificultat de l'alumnat, ni molt fàcil, ni molt complex. (Csíkszentmihályi, 1990; Honey & Hilton, 2011)

2.3.2. Experiències de disseny i implementació de jocs en la formació inicial de mestres d'educació primària i secundària

El que s'ha exposat fins ara sobre el disseny d'experiències ABJ, implica els docents com a dissenyadors de jocs. Així com en l'aplicació acurada a l'aula, ja que els jocs per si sols no garanteixen experiències d'aprenentatge significatives (Löfström & Nevgi, 2007). També Barab et al. (2010) mostren que l'habilitat del docent és clau per a una implementació exitosa del joc.

Un repte complex, ja que dominar el disseny i la implementació de jocs per ensenyar ciències requereix múltiples habilitats i coneixements. Alguns autors fan referència a noms com la pedagogia basada en el joc, l'ensenyament basat en jocs, o la pedagogia de l'aprenentatge basat en joc, per referir-se a les habilitats, coneixements i actituds per a l'ensenyament a través del joc (Becker, 2017). Fins i tot, Hanghøj i Brund (2011) han identificat quatre perfils docents en l'ABJ: (a) el rol d'instructor, que planifica i només comunica els objectius del generals del joc; (b) el rol de creador de jocs, que és capaç de comunicar les tasques, els rols, els objectius i les dinàmiques des de la perspectiva del jugador; (c) el rol de guia, que recolza l'alumnat donant suport i acompanyament per aconseguir l'objectiu d'aprenentatge; (d) el rol d'explorador, que posa el focus a entendre, avaluar i donar respostes dialògiques durant l'experiència de joc.

Això ens porta a preguntar-nos quin perfil docent necessitem per ensenyar ciències a través del joc, i quin paper ha de tenir dins la formació inicial de mestres. L'escassetat de literatura sobre mestres dissenyant o implementant jocs ens mostra que el joc no es contempla en la formació inicial de mestres.

Arnab et al. (2018) exposen que els processos de creació d'un joc permeten repensar l'ensenyament i aprenentatge. Les fases de creació d'un joc inclouen idear, descobrir les necessitats de l'audiència, que en el nostre cas es tradueix per comprendre com els nens i les nenes aprenen ciències i també les necessitats didàctiques del joc, el disseny, el desenvolupament i la implementació per testejar. Segons Reiss (2002), aquest procés holístic de resolució de problemes mitjançant el disseny d'un joc, pot motivar l'alumnat a participar del procés de cocreació. A més a més, el joc permet múltiples solucions al problema, que en el nostre cas és ensenyar ciències, i aquestes múltiples possibilitats de disseny ofereixen

oportunitats d'aprenentatge per a la docència (Arnab et al., 2019). També la promoció de valors com l'empatia, el significat, la responsabilitat social i la col·laboració (Arnab et al., 2018).

Entenent el disseny de jocs com una activitat sociocultural i com una activitat que permet la modelització del coneixement implicant el professorat en el context de disseny, Romero et al. (2019) van investigar les dificultats d'un grup de professorat de màster en el codisseny de jocs per a nens i nenes d'escoles rurals. Les principals dificultats identificades es van basar en la limitació de recursos materials i la limitació de coneixements per dissenyar un joc. El professorat destacava la dificultat de crear jocs adequats a l'aprenentatge, especialment la complexitat de transformar idees en jocs. L'estudi també menciona la necessitat i importància d'un clima positiu d'equip per a l'experiència de cocreació entre professorat.

Es van obtenir els mateixos resultats en l'estudi de Frossard et al. (2012), en el qual van fer servir el disseny i la implementació de jocs com a metodologia d'aprenentatge amb 15 mestres de primària i secundària, i van corroborar que el disseny de jocs és un procés complex, ja que es tracta d'un procés creatiu que requereix temps. D'altra banda, la col·laboració entre mestres es valora com a positiva per a l'intercanvi d'opinions, i el desenvolupament creatiu, fet que va implicar més a l'alumnat en la tasca.

Més centrat en l'àmbit de ciències, trobem l'estudi d'Espanya et al. (2015), en el qual s'analitza com el professorat de ciències de secundària en formació inicial dissenya jocs de rol sobre l'escalfament global. Destaquen com el joc promou que l'alumnat dissenyi continguts conceptuals, però també procedimentals i actitudinals, així com la necessitat de millorar el programa formatiu per tal d'ajudar a l'alumnat a dissenyar jocs més ben equilibrats entre els objectius i la resta del disseny.

Allsop i Jassel (2015) comparen dues experiències a Anglaterra i Itàlia de mestres implementant jocs digitals a les aules de primària. A partir de qüestionaris per identificar les orientacions dels mestres es va observar un seguit d'impediments que trobaven en l'ús del joc a l'aula: (a) no tenir un marc de referència clar de com aplicar ABJ; (b) sentir-se mancats de coneixement del contingut i; (c) mancats del coneixement pedagògic per aplicar el joc. Així doncs, posen de manifest la necessitat d'un model o enfocament per integrar els jocs a les

aules de forma sensible al context, ja que encara que els mestres mencionen aspectes positius del joc educatiu, no tenen indicacions de com aconseguir la finalitat didàctica a través del joc.

El conjunt de mestres de l'estudi identifiquen que aplicar ABJ transforma l'espai físic de l'aula i també la gestió del docent. Aquest context nou provoca reaccions diferents de l'alumnat, ja que ells també tenen una percepció de com s'aprèn a través del joc. Així doncs, destaquen també la necessitat de realitzar pràctiques per entrenar diferents mètodes didàctics a través del joc com les preguntes, la gestió d'aula, l'avaluació del joc, el disseny de l'aula com a espai d'aprenentatge, per poder fer més efectiva l'ABJ.

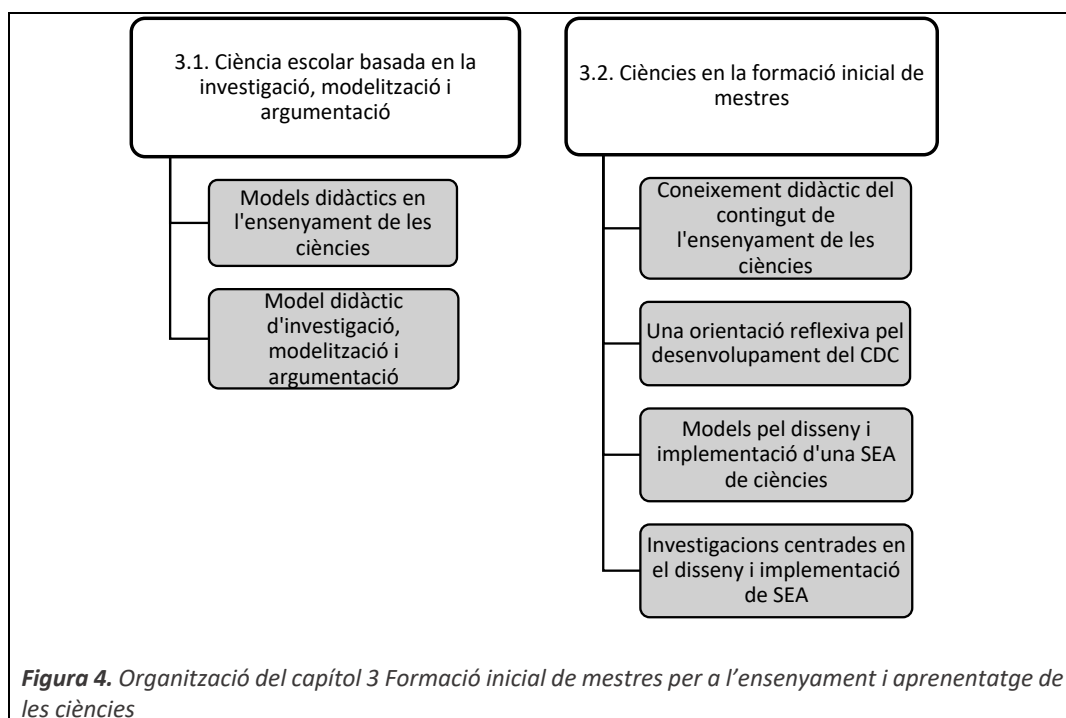
Un altre aspecte valorat en l'estudi de Karadag (2015) és el de la percepció dels mestres en formació sobre l'ABJ, en aquest cas, en l'àmbit de la lectura i escriptura a primària. Els resultats assenyalen que, tot i que les mestres tenen percepcions positives en relació amb l'ús de l'ABJ, van experimentar dificultats en el procés del disseny, desenvolupament i ús del context d'ABJ, i aquest fet va comportar emocions d'ansietat sobre la possibilitat de no preparar un joc adequat a l'edat i al contingut.

Així doncs, segons la literatura revisada, el disseny i la implementació de jocs per part de mestres sol ser un repte difícil perquè els mestres no tenen un marc de referència de com introduir un joc per aprendre; els manca el coneixement del contingut, així com el coneixement de disseny de jocs. A més a més, s'hi sumen les dificultats de la manca de recursos i de temps, que no sempre són suficients.

L'excés de dificultats en el repte de dissenyar i implementar un joc podria provocar una experiència emocional negativa per al seu procés d'aprenentatge. Però, el procés creatiu i col·laboratiu de dissenyar és valorat com un aspecte positiu que permet implicar l'alumnat i millorar les seves orientacions didàctiques.

Capítol 3. Formació inicial de mestres per a l'ensenyament i aprenentatge de les ciències

En aquest capítol sobre la formació inicial de mestres de primària introduïm el marc teòric sobre com entenem la ciència escolar. Fem una revisió dels models didàctics que han orientat la comprensió sobre l'ensenyament de les ciències, tant des del punt de vista dels investigadors com dels docents. A continuació, ens posicionem en el model didàctic d'investigació, modelització i argumentació, explicant la importància de dur a terme activitats de ciència escolar autèntica. Posteriorment, entrem en l'àmbit de la formació inicial de mestres amb l'aportació d'una revisió històrica sobre la caracterització del coneixement didàctic del contingut (CDC) que el professorat ha de dominar per ensenyar ciències. Finalitzem el capítol descrivint l'enfocament de les assignatures de didàctica de les ciències de la UVic-UCC, a partir del model de l'orientació reflexiva, concretament en els contextos de disseny i implementació de SEA.



3.1. Ciència escolar basada en la investigació i la modelització, argumentació

En els següents apartats es descriuen les diferents formes d'ensenyar ciències des del punt de vista dels models didàctics. A continuació exposem amb més detall el model didàctic d'investigació, modelització i argumentació, que és l'enfocament d'ensenyament i aprenentatge de les ciències amb més consens entre la comunitat del camp d'estudi.

3.1.1. Models didàctics per a l'ensenyament de les ciències

Segons Martí (2016), un model de ciència escolar és la concepció que té un docent sobre la ciència que es pot fer a l'escola i que està fonamentada des del punt de vista epistemològic i psicològic. És a dir, el nostre model de ciència escolar dependrà de les nostres orientacions sobre la naturalesa de la ciència, i les orientacions sobre les capacitats d'aprenentatge de l'alumnat. D'altra banda, segons Joyce i Wii (1985), un model didàctic és un pla estructurat per configurar un currículum, dissenyar materials i orientar l'ensenyament. En aquesta recerca considerem equivalents els conceptes de model de ciència escolar i model didàctic per a la conceptualització d'una diversitat d'enfocaments sobre l'ensenyament de les ciències. Diversos autors han identificat, analitzat i criticat diversos models didàctics que podem veure resumits a la taula 9, de manera que s'ha arribat a consensuar el model d'investigació, modelització i argumentació com l'enfocament més adequat per ensenyar ciències.

El model didàctic de transmissió —també referenciat com a model tradicional— és entès com l'acumulació de coneixement absolut i cert (Ruiz, 2007). Fa referència a l'ensenyament basat en l'exposició del contingut i coneixement per part del docent a l'alumnat, que és concebut com un llibre en blanc i que assimila el contingut (Jiménez-Alexandre, 2000). L'alumnat aprèn el coneixement dels científics de forma acumulativa, progressiva i gens reflexiva (Ruiz, 2007). Només contempla que l'alumnat retingui i fixi els continguts, fet que dificulta la interpretació i modificació del contingut (Kaufman & Fumagalli, 2000).

Com a alternativa a aquest aprenentatge memorístic i repetitiu, va sorgir un col·lectiu de mestres de ciències en busca d'alternatives (Campanario & Moya, 1999). El model de descoberta o *hands on*, que, segons Jiménez-Alexandre (2000), considera que l'alumnat és qui aprèn allò que descobreix a partir de dominar processos replicant experiments i realitzant projectes, sempre partint dels interessos de l'infant. Segons Ruiz (2007), el perfil de descoberta considera que els alumnes han d'actuar com a petits científics per tal de descobrir lleis i conceptes a partir de l'observació i per raonament inductiu. Com veurem a la figura 9, el mestre adopta un rol d'organitzador de tasques o coordinador d'activitats experimentals amb la intervenció mínima i de manera que es menysté el contingut. Així doncs, la crítica a aquest model sosté que l'aprenentatge se centra exclusivament en els fets, en l'observació i

l'experimentació. Però, segons Ruiz (2007), la crítica d'aquest model és que no n'hi ha prou de fer ciències, també cal aprendre ciències i, per tant, construir explicacions d'allò observat. En aquest model, tot i que promou l'experimentació, continua sent el mestre que exposa el coneixement com si fos una veritat absoluta de forma transmissora després d'haver experimentat, ja que arribar a comprendre idees científiques només a partir de l'observació és complicat (Ruiz, 2007). Alhora, si considerem que l'observació d'un fenomen està determinada per les teories i idees preconcebudes que tenim, aquest model menysté les idees consensuades inicials, deixant que l'alumnat s'inscrigui en diferents teories o paradigmes de partida (Galagovsky & Adúriz-Bravo, 2001).

Amb la finalitat de tenir en compte les idees inicials dels nens i les nenes, Ruiz (2007) també identifica el model de recepció significativa, que té en compte la relació entre la lògica interna de la ciència amb la lògica de l'aprenentatge de l'alumnat. És a dir, té en compte les idees inicials de l'alumnat i la introducció progressiva de nou coneixement, per tal que el nou coneixement es pugui acomodar al coneixement existent. La crítica a aquest model sosté que se segueix emfatitzant el contingut conceptual des d'una visió de transmissió.

Una evolució d'aquest model didàctic és el model de canvi conceptual, que posa el focus en el conflicte cognitiu, en confrontar i contrastar les idees de l'alumnat per provocar inconformitat entre allò que sap i la nova informació. La crítica a aquest model afirma que evidenciar que el coneixement de l'alumnat és sempre erroni i que la teoria correcta rau en el docent, pot generar frustració i rebuig en els infants. Pozo (1999) destaca que el propòsit no hauria de ser substituir un coneixement per un altre, sinó permetre que l'alumnat es qüestionari les idees i sigui conscient de l'aprenentatge.

Finalment, el model didàctic d'investigació i modelització entén que l'alumnat no és un llibre en blanc, sinó que parteix d'unes idees científiques pròpies i d'uns models, a partir dels quals aprèn (Jiménez-Alexandre, 2000). La finalitat és conèixer aquestes idees i fer-les evolucionar cap a models científics escolars a partir d'activitats d'investigació, com fan els científics. En aquest cas el docent acompanya l'alumnat en la investigació i modelització dissenyant i proposant activitats, per a la reflexió i argumentació d'idees i fets científics. Aquest model permet una visió constructivista del coneixement, però també contempla la ciència com una activitat humana afectada pel context (Ruiz, 2007).

Taula 9. Models didàctics per a l'ensenyament de les ciències.

	Principis	Ús del model	Sistema social
Model de transmissió o tradicional	<p>Aprendre ciències = assimilar contingut</p> <p>Ensenyar ciències = exposar contingut</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Experiment il·lustratiu - Lliçó magistral - Memoritzar 	<ul style="list-style-type: none"> - Docent transmissor - Material: llibre de text
Model de descoberta	<p>Aprendre ciències = Dominar processos</p> <p>Ensenyar ciències = Coordinar activitats experimentals</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Replicar experiments - Partir d'interessos de l'alumnat - Projectes 	<ul style="list-style-type: none"> - Docent coordinador - Interacció entre A - Material: llibre de text i recursos experimentals
Model de recepció significativa	<p>Aprendre ciències = connectar el nou coneixement amb l'existent</p> <p>Ensenyar ciències = presentar activitats</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Partir dels coneixements de l'alumnat - Investigar sense construir idees 	<ul style="list-style-type: none"> - Docent conductor - Material: recursos experimentals
Model de canvi conceptual	<p>Aprendre ciències = assimilar coneixement</p> <p>Ensenyar ciències = mostrar un conflicte cognitiu</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Confrontar el model de l'alumnat - Investigar sense construir idees 	<ul style="list-style-type: none"> - Docent conductor - Material: llibre de text i recursos experimentals
Model didàctic d'investigació, modelització i argumentació	<p>Aprendre ciències = Reconstruir models i processos a través de pràctiques científiques d'indagació, modelització i argumentació</p> <p>Ensenyar ciències = Mediar l'aprenentatge</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Comparar models - Resoldre problemes - Atenció a les idees de l'alumnat 	<ul style="list-style-type: none"> - Docent reflexiu - Metacognició alumnat - Aprenentatge cooperatiu i diàleg

3.1.2. Model didàctic d'investigació, modelització i argumentació

Actualment existeix un acord en la comunitat de recerca en didàctica de les ciències per entendre la ciència escolar com una activitat. Això suposa concebre l'ensenyament i aprenentatge de les ciències com un conjunt de pràctiques socials situades en contextos específics, com són les aules d'educació primària i les de formació de mestres d'educació primària.

En aquesta línia, diversos investigadors de la didàctica de les ciències defensen que cal promoure investigacions autèntiques que ens permetin dur a terme pràctiques científiques i que la modelització dialogui amb la indagació i l'argumentació (Couso & Garrido, 2017; Martí, 2012; Schwarz & White, 2005).

A continuació exposem amb més detall aquestes tres pràctiques d'investigació, modelització i argumentació.

Ensenyament de les ciències basat en la Indagació

La indagació, també anomenada aprenentatge per investigació, *inquiry-based learning (IBL)*, o *inquiry-based science education (IBSE)* en termes internacionals, es va donar a conèixer sobretot a partir de la publicació dels National Education Standards americans (NRC, 1996, 2000). El National Research Council (2000) defineix que l'aprenentatge basat en la indagació permet la construcció de coneixement mitjançant les pràctiques de formular preguntes, planificar investigacions, utilitzar eines per a l'adquisició, l'anàlisi i la interpretació de dades, la formulació d'explicacions i prediccions a partir d'evidències, l'avaluació de les seves explicacions i la comunicació dels resultats.

Segons Jiménez-Liso (2020), a partir de la indagació guiada l'alumnat aprèn sobre ciències (continguts), a fer ciències (procediments), aprèn què és la ciència i com es construeix (epistemologia), i això permet una actitud crítica i favorable vers les ciències, allunyada de la visió dogmàtica de la ciència.

Diversos autors han proposat maneres de conceptualitzar el model d'indagació a partir de proposar cicles o fases de la indagació per ajudar a implementar la indagació a l'aula (Pedaste et al., 2015). Com bé sabem, hi ha múltiples interpretacions del significat d'ensenyar per indagació (Romero-Ariza, 2017). Segons l'autora, una de les dificultats d'unificar la

conceptualització d'indagació és la varietat de tipologies d'activitats realitzades per l'alumnat en relació amb la seva autonomia i el rol de guia que adopten els docents. Per tant, l'excessiva o la dèbil estructuració de la indagació és un factor discordant. Un altre factor és la manca de focus en l'objectiu didàctic, i l'exclusiva atenció a la motivació i implicació física de l'alumnat, però no en l'aspecte intel·lectual (Couso, 2014; Romero-Ariza, 2017).

Per aquest motiu, nombrosos autors defensen una indagació no només centrada en els passos del mètode científic sinó una indagació enfocada a la modelització, que emfatitzi les idees explicatives i l'argumentació per a la construcció de models per explicar fenòmens científics. Aquesta indagació de qualitat també hauria de contemplar preguntes no només investigables, sinó orientades a l'aprenentatge de les grans idees clau de l'àrea de ciències. Amb la contemplació de contextos concrets i significatius per a l'alumnat, per tal d'implicar-los cap al desenvolupament del seu coneixement científic.

Un exemple és el cicle d'indagació proposat per Jiménez-Liso et al. (2021b), que inclou un cicle (vegeu figura 5), que resumeix en dues fases imprescindibles. Per una banda, l'expressió d'idees a través de preguntes, problemes o fenòmens, i, per l'altra, la cerca de dades i fets amb els quals construir coneixement descriptiu que requereixi explicacions a partir de models.

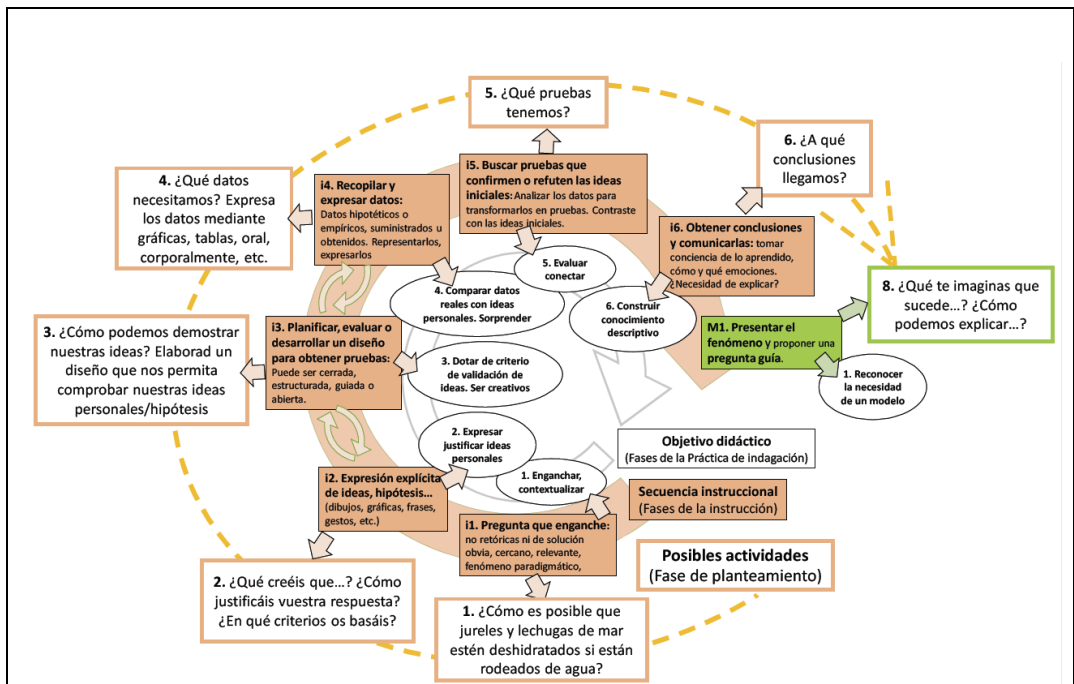


Figura 5. Cicle d'indagació.

Extret de "Contexto, indagación y modelización para movilizar explicacions del alumnado de secundaria" de R. Jiménez-Liso et al., 2021, Enseñanza de las ciencias, 39(1), 5-25. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3032>. Copyright 2021 de Enseñanza de las ciencias de la Universitat Autònoma de Barcelona.

Ensenyament de les ciències basat en la modelització

Des de fa uns anys, des de l'enfocament constructivista hi ha un consens a entendre que no només cal posar el focus a investigar dades empíriques, sinó que "els models", basats en les idees i explicacions, tenen un paper central en l'aprenentatge de les ciències.

Un model científic mental és una representació de les idees que tenim sobre un tema de ciències (Izquierdo, 1999). Els models són entitats lingüístiques (escrits, dibuixos, representacions corporals...) que representen allò que imaginem de la realitat, "mediacions entre el sistema formal teòric i la seva interpretació empírica" (Adúriz-Bravo, 1999). Aquestes idees que tenim sobre un tema de ciències, quan les plasmem en un dibuix, o les expressem oralment, o les representem amb el cos, diem que estem expressant el nostre model. Els models dels nens i nenes solen ser més simples, basats en el sentit comú, a partir de l'experiència viscuda. Els models inicials sovint contempnen un seguit de supòsits que

difereixen del pensament hipotèticodeductiu rigorós propi dels científics (Galagovsky & Adúriz-Bravo, 2001).

Els models científics, “una representació que abstruï i simplifica un sistema, focalitzant-se en les característiques clau, i que usem per explicar i predir fenòmens científics” (Schwarz et al. 2009, p.633), són considerats “eines de representació teòrica del món, com a suport per explicar-lo, predir-lo i transformar-lo” (Adúriz-Bravo, 1999). Així, doncs, els models mentals dels nens i les nenes haurien d’evolucionar cap als models científics escolars de la ciència autèntica. Com diuen Galagovsky i Aduríz-Bravo (2001), aprendre ciències implica dominar el llenguatge i les representacions de la ciència erudita.

Per tal que aquests models evolucionin cap a models entremetjats, fins arribar a models científics més complexos, cal un procés de modelització que consisteix en un diàleg entre les evidències que obtenim de les investigacions empíriques, amb allò que ens imaginem, amb la finalitat de construir explicacions a fenòmens científics. És a dir, que a l’escola hauríem de dur a terme activitats de ciència autèntica, igual que fan els científics, no només centrats en el “què” observem, sinó també en les explicacions dels fenòmens.

Així doncs, els mestres hem de promoure el procés d’investigació i modelització que fa l’alumnat amb la finalitat de “donar sentit als fets del món” (Sanmartí, 2002). Schwarz et al. (2009) proposa que hem de promoure la construcció de representacions de la realitat, és a dir, de models, amb l’objectiu d’explicar la realitat a través del model, de predir la realitat a través del model, d’avaluar el model i reajustar-lo en cas d’obtenir noves evidències que el contradueixen. Un ensenyament centrat en l’apropiació del llenguatge científic en sentit ampli com a procés gradual i contextualitzat (Lemke, 1997; Izquierdo & Sanmartí, 1998; Galagovsky & Bravo, 2001).

Els enfocaments metodològics centrats en la modelització, no només han de preveure activitats que permetin investigacions autèntiques, sinó que han d’englobar els processos de coconstrucció i autoavaluació dels models, seguint un cicle iteratiu de generació, avaluació i modificació de models (Clement, 2008; Khan, 2007). En aquesta línia, Garrido Espeja (2016) proposa quatre processos principals per a la modelització, basant-se en el treball previ de Schwarz et al. (2009), que consisteixen en “*usar* el model per predir o explicar fenòmens, *expressar* el model de manera més o menys general o abstracta, de forma oral, escrita o a

partir d'un dibuix, *avaluar* el model en contraposició a les evidències disponibles i *revisar o modificar* el model en conseqüència". Entenent que tots aquests processos formen part del cicle de modelització, presentat a la figura 6, a través del qual poder fer propostes d'activitat científica escolar (ACE) guiades i enfocades a evolucionar els models de l'alumnat.

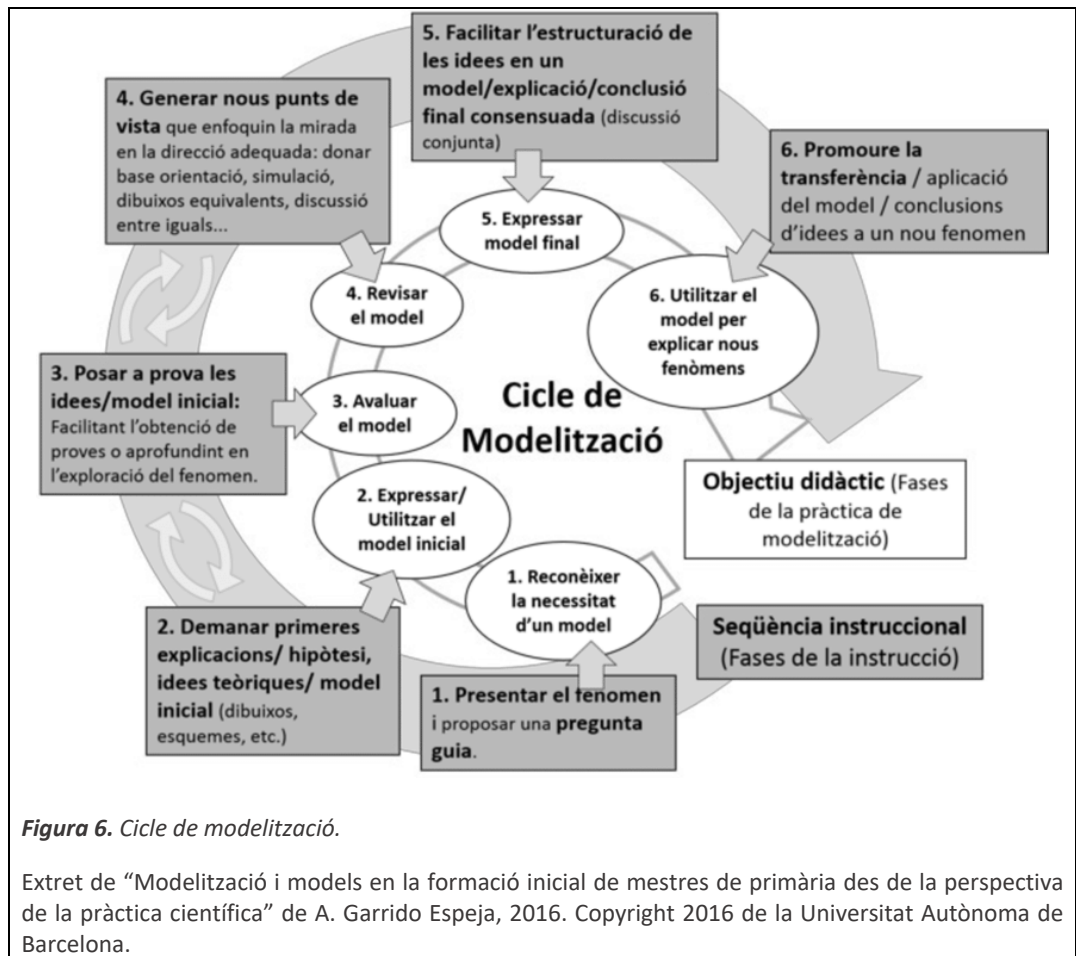


Figura 6. Cicle de modelització.

Extret de "Modelització i models en la formació inicial de mestres de primària des de la perspectiva de la pràctica científica" de A. Garrido Espeja, 2016. Copyright 2016 de la Universitat Autònoma de Barcelona.

Ensenyament de les ciències basat en l'argumentació

Duschl i Grandy (2012) i també Osborne (2012) proposen l'argumentació com a element epistèmic per unir la construcció d'idees, teories i models (modelització) amb l'àmbit de la recollida i anàlisi de dades i fets (indagació), tal com podem observar a la figura 7. Osborne (2012) defensa un ensenyament de les ciències basat no només en l'acumulació de coneixements, sinó a través de les pràctiques científiques de l'observació de dades i fets de com és el món, però també de la imaginació de com és el món, o com podria arribar a ser el món a partir de generar explicacions. Osborne (2012) posa el focus a desmentir que un model

teòric és una veritat absoluta, i exposa que els constructes teòrics també permeten noves prediccions. Per als científics, la clau és avaluar les alternatives que s'ajusten a les evidències disponibles, i que per tant presenten una explicació més convincent per al fenomen científic investigat. Segons Osborne (2004), l'alumnat ha de comprendre l'argumentació sobre temes científics, però també les classes de ciències han de promoure que l'alumnat debati i argumenti per tal de construir coneixement. Oferir oportunitats d'argumentar, recolzant o oposant-se a altre alumnat, promou el pensament crític i ajuda a desenvolupar coneixements i orientacions de l'alumnat (Quinn, 1997).

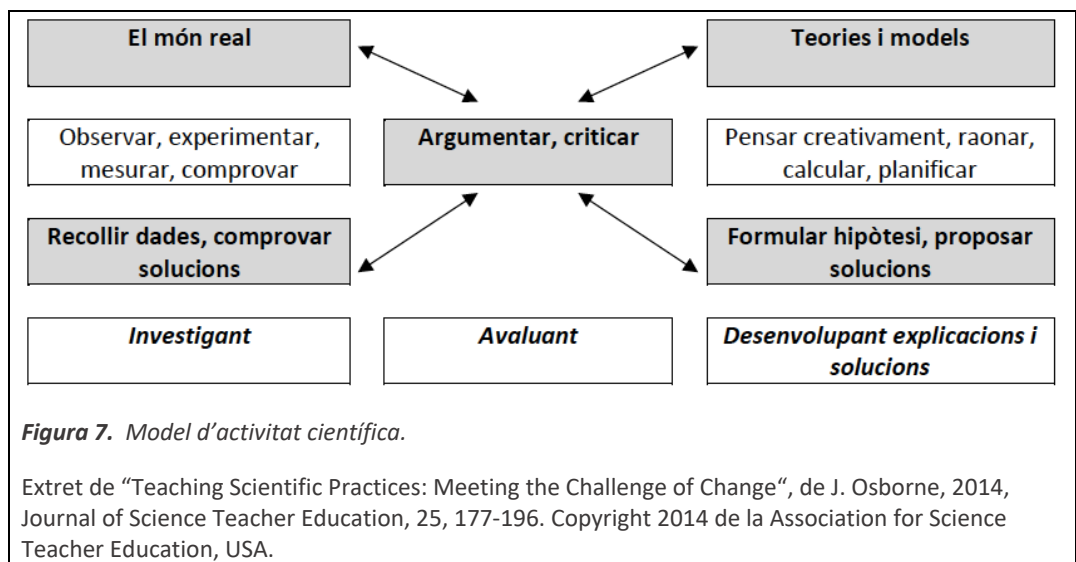


Figura 7. Model d'activitat científica.

Extret de "Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change", de J. Osborne, 2014, Journal of Science Teacher Education, 25, 177-196. Copyright 2014 de la Association for Science Teacher Education, USA.

Martí (2016) parteix d'aquests autors per desenvolupar la figura 8 i explicar la dualitat entre l'àmbit dels fets i l'àmbit de les idees per generar coneixement científic. Mostra la importància de relacionar els dos àmbits a partir de la conversa i les preguntes, per tal que les idees científiques dels nens i nenes evolucionin cap a idees científiques escolars.

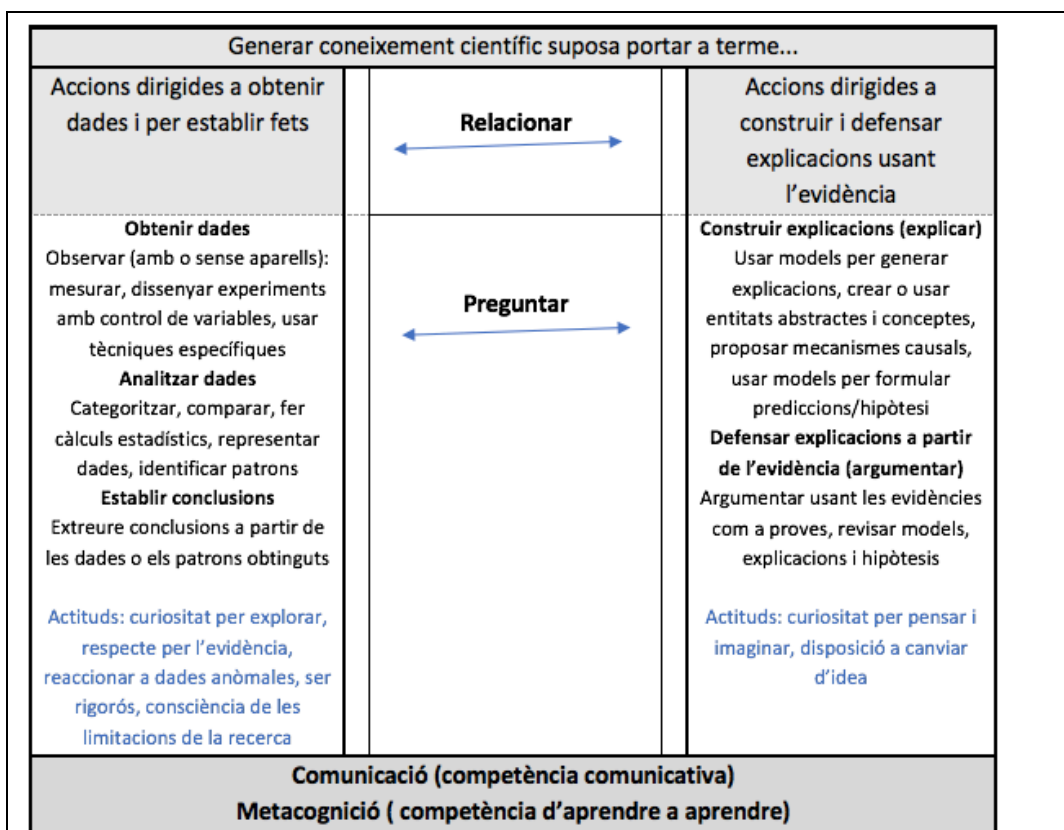


Figura 8. Dualitat entre l'àmbit dels fets i les idees.

Extret de "Perfils d'activitat científica escolar en les planificacions d'estudiants de mestre d'educació primària. Canvis i continuïtats", de J. Martí, 2016. Copyright 2016 de la Universitat Autònoma de Barcelona.

Aquest enfocament, basat en la investigació, modelització i argumentació, també està recolzat per la NRC (2012) que en lloc de referir-se a la indagació, com havia proposat en documents anteriors, actualment proposa les "pràctiques científiques" d'investigació, modelització i argumentació, per tal d'ajudar l'alumnat a entendre i donar sentit al món que ens envolta de forma efectiva.

Osborne (2014) exposa les següents pràctiques científiques dels estàndards americans per a l'educació primària:

- a) Fer preguntes: Fer-se preguntes que requereixin explicacions permet guiar les investigacions científiques. Fent bones preguntes l'alumnat pot entendre el rol important de les ciències. Implicar-se en les pràctiques científiques ha d'incloure

oportunitats per aprendre a generar bones preguntes. Les preguntes permeten activar el coneixement, parar atenció a les idees i comprovar-ne la comprensió.

- b) Desenvolupar i usar models: els models són necessaris per representar coses que només podem imaginar però no podem veure, per exemple com és el sistema solar, o com és una partícula. Els models permeten no només la comprensió sinó també desenvolupar una forma de metaconeixement de la ciència, és a dir, adonar-nos d'allò que sabem. Finalment, els models també ajuden a entendre que no busquem una representació acurada i perfecta, sinó que permeti l'explicació d'algunes característiques concretes del fenomen.
- c) Construir explicacions: aquesta pràctica està relacionada amb l'anterior. Implicar l'alumnat en les explicacions és efectiu sobretot quan observem evidències que contradiuen les explicacions inicials i permeten la reflexió i reformulació de les explicacions.
- d) Implicar evidències en els arguments: amb la finalitat de fer conscient l'alumnat sobre l'aprenentatge de les ciències, cal demanar que s'impliquin en argumentar amb evidències les seves aportacions.
- e) Planificar i desenvolupar investigacions: demanar a l'alumnat que desenvolupi investigacions permet entendre la naturalesa de la ciència i els processos científics.
- f) Analitzar i interpretar dades: consisteix a observar dades empíriques i produir dades. Així com determinar els instruments i mètodes adients per resoldre la pregunta en qüestió.
- g) Usar el pensament matemàtic: l'autor reforça la idea que cal usar el coneixement matemàtic en la pràctica científica i evitar la idea que l'ús de les matemàtiques pot provocar una comprensió menys profunda de les ciències. En la representació de variables, en la predicció de resultats, les matemàtiques recolzen una representació sistemàtica i clara dels resultats, que és la base de la construcció de models científics. L'estructuració i representació de dades permet una deducció lògica dels resultats i les conclusions.
- h) Obtenir, avaluar i comunicar informació: Una de les activitats principals dels científics recau a escriure ciència, conversar sobre ciència i llegir ciència. Cal promoure contextos per desenvolupar la capacitat de descodificar i interpretar formats

d'informació complexos realçant la importància del llenguatge en l'ensenyament de les ciències.

3.2. Formació inicial de mestres per aprendre a ensenyar ciències

En els apartats següents descrivim com ha de ser el model de ciència escolar, basada en la investigació, la modelització i l'argumentació, en la formació inicial de mestres de primària per poder-los capacitar per a l'exercici de la professió. En primer lloc, descrivim les aportacions de la recerca sobre quin ha de ser el coneixement didàctic del contingut (CDC) que han de dominar per ensenyar ciències, i a continuació ens centrem en el model didàctic utilitzat en les assignatures de la UVic-UCC de didàctica de les ciències basat en l'orientació reflexiva i el disseny i implementació de SEA.

3.2.1. Coneixement didàctic del contingut per a l'ensenyament de les ciències

Els investigadors han definit el coneixement didàctic del contingut (CDC) per indicar aquells coneixements que el docent ha de dominar en el procés d'ensenyament. El CDC no sol ser una eina utilitzada directament pels mestres, però alguns autors destaquen que apel·lar a aquest concepte amb els futurs docents podria ser positiu per al seu desenvolupament com a mestres de ciències (Kind, 2009).

El primer en fer una proposta de CDC va ser Shulman (1987) qui va identificar els coneixements professionals que havia d'adquirir un mestre a partir d'experiències prèvies en el camp de la medicina i el dret (veure figura 9). Aquests coneixements estaven organitzats en tres àmbits i es varen desenvolupar en set tipus de coneixement:

- Coneixement del contingut
- Coneixement didàctic general, referint-nos especialment a aquells principis i estratègies de gestió i organització d'aula que van més enllà de l'assignatura
- Coneixement del currículum, amb un domini especial dels materials i programes que serveixen com a "eina de l'ofici" del docent
- Coneixement didàctic del contingut, l'especial amalgama entre el contingut i la pedagogia, que és pròpia dels docents, la seva manera especial de comprensió professional

- Coneixement dels alumnes i de les seves característiques
- Coneixement dels contextos educatius, que van des del funcionament del grup o l'aula i la gestió i el finançament dels districtes escolars, fins al caràcter de les comunitats i cultures
- Coneixement dels objectius, les finalitats i els valors, i els seus fonaments filosòfics i històrics

Figura 9. Categories del coneixement base segons Shulman.

Extret de "knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform", de I. S. Shulman, 1978, Harvard Education Review, 57(1). <https://doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411>
Copyright 1987 Harvard College.

El model de Shulman ha estat àmpliament acceptat i reconegut per molts autors de l'àmbit, però en alguns casos també ha estat criticat pel que fa al punt 4 de coneixement didàctic del contingut, ja que alguns autors consideren que no s'hauria de distingir del coneixement del contingut i afirmen que tot coneixement té una dimensió pedagògica (McEwan & Bull, 1991). Aquestes propostes de CDC són anomenades integratives, que no separen el coneixement del contingut del coneixement didàctic del contingut. En contra, les transformatives són aquelles que separen ambdós components (Kind, 2009). Gess-Newsome (1999) defensa la separació dels components igual que Shulman, exposant que adoptar models integratius pot promoure un estil d'aprenentatge de transmissió focalitzat exclusivament en el coneixement del contingut. Al contrari del transformatiu, que tendeix a centrar-se en el coneixement didàctic d'un contingut específic. Sembla que l'enfocament transformatiu és més adient per a l'ensenyament de les ciències, sobretot per a mestres en formació que encara han d'interioritzar les explicacions, analogies i estratègies d'aprenentatge dels mestres (Kind, 2009).

A partir d'aquesta proposta, en sorgeixen d'altres, com la de Grossman (1990), que inclou la idea que els mestres tenen unes orientacions didàctiques que influeixen la seva manera d'ensenyar ciències i en conseqüència el seu CDC. Aquestes orientacions, creences o concepcions educatives impliquen una convicció o valoració d'alguna cosa (Koballa & Crawley, 1985). Són varis els autors que han identificat la importància de les orientacions en el coneixement, les creences i les actituds del professorat, sobre la ciència, ensenyar ciència i aprendre ciència.

Friedrichsen et al. (2010) defineixen les orientacions com un conjunt de creences amb les següents dimensions: finalitats i propòsits de l'ensenyament de les ciències, visions sobre la ciència i creences sobre l'ensenyament i aprenentatge de les ciències. Encara que als mestres els manqui experiència docent, compten amb l'experiència com a aprenents en la seva escolaritat i, per tant, tenen unes idees i concepcions personals sobre el contingut científic, sobre com s'ensenyen les ciències i sobre com s'aprenen, altrament anomenat pensament docent espontani (Gil, 1991; Martínez-Chico, 2013). Mellado et al. (2014) afirma que "els futurs professors inicien la seva etapa de formació universitària amb unes idees, concepcions, actituds, valors i emocions sobre la ciència i sobre com ensenyar i aprendre ciències, fruit dels anys que han passat com a alumnat, i assumeixen o rebutgen els rols dels mestres que van tenir en la seva etapa escolar i universitària" (p. 17).

Segons Ramey-Gassert et al. (1996), una actitud positiva vers les ciències es pot traduir en un major interès a aprendre a ensenyar ciències; en canvi, es poden tenir expectatives d'aprenentatge baixes si el professorat té una autopercepció negativa de les seves capacitats vers el coneixement científic, o bé si ha experimentat una manca d'èxit com a estudiant de ciències. Alguns estudis suggereixen que, tot i que actualment hi ha menys estudiants amb actituds negatives vers les ciències, l'alumnat de mestre de primària té un nivell de coneixements científics baix i menys confiança per ensenyar ciències que en altres assignatures. Tot i així, estan motivats per aprendre com ensenyar ciències (Abell et al., 2010).

Sobre les orientacions d'ensenyar ciències, s'identifiquen dos perfils d'estudiant de mestre: (a) si són "bons" estudiants, reproduiran el mètode del seu aprenentatge. Aquesta orientació pot contribuir a conceptualitzar la ciència com un guió de passos a seguir; (b) si estan insatisfets amb el seu aprenentatge de les ciències, segurament estaran més oberts a explorar altres formes d'ensenyar ciències.

Sobre les orientacions en la naturalesa de la ciències, habitualment la veuen com a objectiva i deshumanitzada (Abell et al., 2010). Aquestes orientacions són vistes com un obstacle pel canvi en l'ensenyament de les ciències (Tobin & Espinet, 1989). I, per tant, esdevenen un dels focus en la formació inicial de mestres que cal fer evolucionar a través de la reflexió (Abell et al. 2010; Santmartí, 2002).

Grossman (1990), a partir de l'estudi de 6 professors d'anglès de secundària, va observar que tenien objectius diferents en relació amb les seves orientacions i el context. Proposa quatre grans tipologies de CDC a partir d'agrupar les set categories de Shulman: coneixement didàctic (inclou el coneixement de l'alumnat i les seves característiques), coneixement del contingut, coneixement del context educatiu, i coneixement didàctic del contingut (inclou coneixement del currículum, dels objectius, finalitats i valors).

Concretament en l'àmbit de les ciències, Martí (2016) ens ofereix un esquema aclaridor del model teòric del coneixement didàctic del contingut per a l'ensenyament de les ciències proposat per Magnusson, et al. (1999), fonamentat per Shulman (1987) i Grossman (1990).

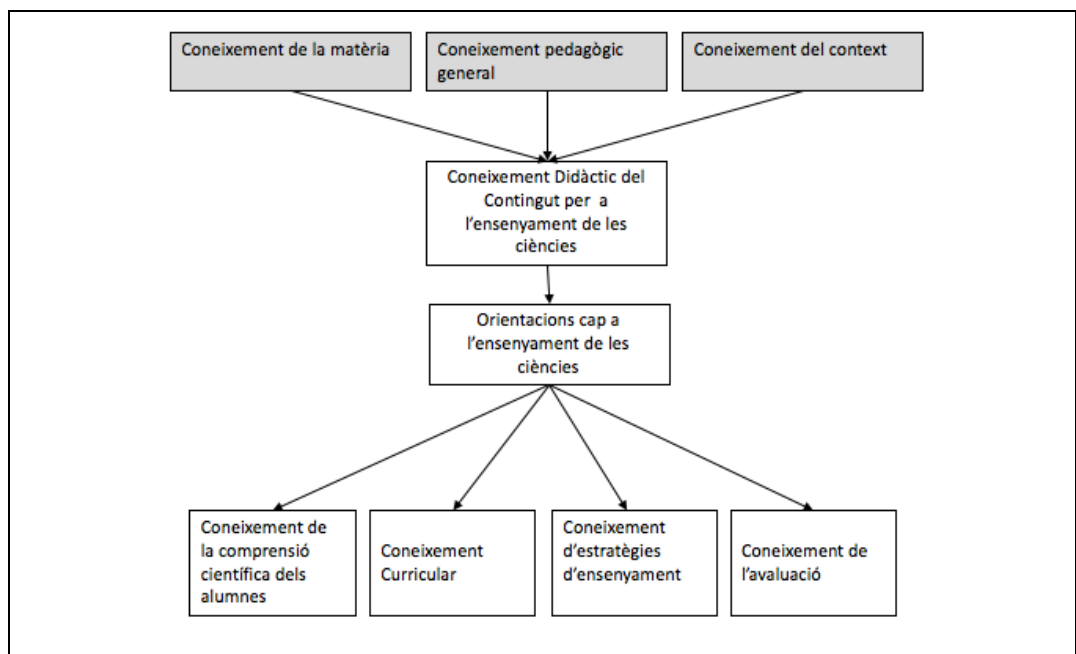


Figura 10. Components del CDC en l'ensenyament de les ciències segons la proposta de Magnusson et al. (1999) dins Martí (2016).

Extret de "Perfils d'activitat científica escolar en les planificacions d'estudiants de mestre d'educació primària. Canvis i continuïtats", de J. Martí, 2016. Copyright 2016 de la Universitat Autònoma de Barcelona.

El CDC es veu fortament influenciat per coneixements més generals com el coneixement de la matèria, el coneixement pedagògic i el coneixement del context (figura 10). El CDC es troba articulat al voltant de les orientacions cap a l'ensenyament de les ciències, de naturalesa individual i que donen forma a coneixements més específics com el coneixement de com els

nens i les nenes aprenen ciències, el coneixement curricular, el coneixement d'estratègies pedagògiques i el coneixement de l'avaluació.

3.2.2. Una orientació reflexiva pel desenvolupament del CDC en l'ensenyament de les ciències dels mestres

Un dels models didàctics per a la formació de mestres que adoptem a les assignatures de la UVic-UCC és la reflexió, com a forma especial de pensament (Grimmett & Erickson, 1988; Hatton & Smith, 1995; Korthagen 2010), conceptualitzada per l'obra de Dewey en relació amb la preparació de mestres. En el nostre cas, parlem de reflexió sobre l'acció, que es diferencia de la reflexió en acció, ja que la reflexió té lloc després de l'acció i no durant, i que pot provocar canvis en les nostres accions futures (Schön, 1987).

La reflexió i les pràctiques reflexives, com a procés d'aprenentatge, tenen l'habilitat d'implicar els futurs mestres en el seu procés d'aprenentatge. "La reflexió és una consideració activa, persistent i curiosa de qualsevol creença o suposada forma de coneixement a la llum dels fonaments que la recolzen i de les futures conclusions a les que tendeix" (Dewey, 1933, p. 9). En aquesta recerca la reflexió és la base de les assignatures de Didàctica de les Ciències I i II, així com les trobades de discussió grupal i reflexió que tenen lloc en tres moments de l'assignatura per reflexionar sobre la seva experiència i que serviran com a context per a l'obtenció de dades de l'estudi.

Les pràctiques reflexives d'aquestes experiències en diferents moments de les assignatures de didàctica de les ciències són considerades importants per a l'aprenentatge. Dewey (1993) afirma que la reflexió, igual que l'experiència, és un reflex de qualsevol creença o coneixement des del punt de vista dels fonaments que les sostenen i les futures conclusions a les quals tendeix. Així doncs, les reflexions sobre les seves experiències d'aprenentatge de les ciències i la didàctica de les ciències ens serveixen per conèixer les seves orientacions, els fonaments d'aquestes orientacions i les possibles futures decisions a les quals tendiran.

Rodgers (2002), qui fa una revisió de la definició de reflexió de Dewey, exposa que hi ha quatre criteris principals:

1. La reflexió és un procés de donar sentit que porta l'alumne d'una experiència a la següent amb una comprensió més profunda de les relacions i connexions amb altres experiències i idees. Fa possible l'aprenentatge i garanteix el progrés de l'alumnat.
2. La reflexió és una forma de pensar sistemàtica, rigorosa i disciplinada amb les seves arrels a la investigació científica.
3. La reflexió s'ha de produir en comunitat, en interacció amb els altres.
4. La reflexió requereix actituds que valorin el creixement personal i intel·lectual d'un mateix i dels altres.

Altres autors també fan èmfasi en l'aspecte de prendre decisions responsables a partir de la reflexió. "Una forma de pensament sobre temes educatius que impliquen l'habilitat de prendre decisions racionals i assumir la responsabilitat de les decisions" (Ross, 1987, p. 1). Més enfocat a la pràctica docent, Alexakos (2015) des de la idea de la noció de reflexivitat, proposa fomentar la reflexió del professorat en formació per tal de descobrir estructures mentals i socials amb l'objectiu de millorar la seva pràctica.

Així doncs, el concepte de reflexió és molt ampli i per aplicar-lo a l'ensenyament de les ciències es necessària l'estructuració de la reflexió (Krogh & Crews, 1989) i contemplar el perill de frustrar l'alumnat en detectar un baix sentiment d'eficàcia (Ashton et al. 1989). En un estudi on s'analitzava un programa de formació inicial de mestres es va observar que en la reflexió hi havia un paper molt rellevant de les creences i filosofies sobre l'educació dels mestres, així com de la influència del context escolar, en particular en l'acompanyament a la reflexió (Kilgore et al. 1989).

En el cas de les assignatures de didàctica de les ciències del grau de Mestre d'Educació Primària de la UVic-UCC demanem a l'alumnat que faci una reflexió dialògica oral en un grup de discussió, en comptes d'escrita, tal com proposen Hatton i Smith (1995). La reflexió dialògica preveu la reflexió d'accions passades, la qual cosa porta a un nivell diferent de reflexió, l'exploració de l'experiència utilitzant el propi judici de valor i possibles alternatives per explicar i interpretar.

Segons Abel et al. (2010), per tal de desenvolupar el CDC, els mestres en formació haurien de reflexionar en quatre àmbits per tal d'evolucionar les seves orientacions. Així doncs, el

professorat de mestres en formació ha de contemplar activitats en els cursos de didàctica de les ciències que contemplin contextos orientats a la reflexió en aquests quatre sentits.

- a) Sobre les seves orientacions en relació amb la manera d'ensenyar ciències. Cal proposar activitats que permetin l'experiència de camp; és a dir, que permetin la implementació d'activitats de ciències en contextos escolars per tal d'oferir oportunitats per reflexionar sobre la pràctica mateixa.
- b) Sobre com els altres ensenyen ciències. Fa referència a observar casos pràctics reals o ficticis d'altres mestres ensenyant ciències per tal de poder observar externament models docents i poder valorar críticament i aprendre de la pràctica d'altres mestres. La pedagogia basada en els casos d'estudi permet confrontar les teories personals de l'alumnat i els ajuda a trobar alternatives per ensenyar ciències.
- c) En com els experts exposen que s'han d'ensenyar les ciències. Fa referència a estimular la reflexió en relació amb les lectures d'experts. Es proposa no només llegir articles, sinó també fer escriure reflexions per promoure una reacció explícita a la lectura que faci evolucionar les seves idees i orientacions. Cal fer preguntes abans de la lectura per activar el coneixement previ i oferir un propòsit de la lectura, i també fer preguntes després de la lectura per associar la lectura amb les idees inicials.
- d) Reflexionar sobre l'experiència pròpia d'aprendre ciències des del punt de vista de l'aprenent. Els estudiants de mestre fan referència a la seva experiència escolar prèvia per construir una idea de com s'han d'ensenyar i aprendre les ciències. Fan servir aquesta experiència per donar sentit a la seva pedagogia. Oferir activitats científiques per tal que les visquin com si fossin alumnes. Així, l'ensenyament de les ciències és una bona proposta per poder reflexionar sobre la seva pedagogia.

Segons Appleton (2003), quan els mestres en formació dissenyen i implementen activitats de ciències es crea una oportunitat per generar i modificar el CDC a partir de la reflexió i d'activitats que els impliquen "*activities that work*". Una d'aquestes activitats és el procés de disseny i implementació d'activitats per promoure l'ensenyament i l'aprenentatge de les ciències.

3.2.3 Models pel disseny i implementació d'una SEA de ciències

Una altra de les activitats de reflexió que és central en les assignatures de didàctica de les ciències de la UVic-UCC és el disseny i implementació d'una SEA per ensenyar un tema de ciències. Una SEA és una "activitat de recerca i alhora un producte que inclou activitats d'ensenyament-aprenentatge ben investigades i adaptades empíricament al raonament dels alumnes" (Meheut & Psillos, 2004, p. 516). Existeixen múltiples formes d'anomenar aquests documents, com ara unitats didàctiques o planificacions de progressió, que són conceptes anteriors més simples que tenen en compte exclusivament l'actuació de mestre i els continguts, però no el context ni l'alumnat (Moraga, Espinet & Merino, 2019).

Diversos autors constaten que hi ha dues tradicions diferents en la planificació de SEA (Duit, 2006). Per una banda, les que se centren en la pedagogia per ensenyar ciències, que contemplen les tasques del docent, preveuen problemes relacionats amb el contingut científic i la descripció de propostes didàctiques. Per l'altra, les que se centren a explicar activitats empíriques orientades a les necessitats de l'estudiant, deixant de banda el contingut de ciències. Actualment hi ha un concepte més nou d'origen estatunidenc que posa el focus en l'aprenentatge en comptes de en l'ensenyament, i que defineix les progressions d'aprenentatge sobre un tema científic (Duncan & Rivet, 2013; Duschl et al., 2011; Moraga, 2019). En tot cas, els investigadors de l'àmbit estan d'acord que cal evitar la fragmentació de la part pedagògica i empírica, i desenvolupar propostes integrals que incloguin activitats d'intervenció i els resultats previstos d'aprenentatge .

Existeixen diferents marcs de referència per a la planificació de SEA que contemplen la dualitat de la didàctica i el contingut. Les propostes més actuals plantegen un model basat en els models, tot i que no solen ser utilitzats per mestres (Gunckel, 2011; Schwartz & Gwekwerere, 2007) ni tampoc per editors de materials curriculars (Martí, 2016). A continuació exposem les propostes que provenen d'autors internacionals i nacionals sobre la planificació de SEA.

Segons Moraga (2019), basant-se en Couso (2011) i Leach i Scott (2002), a nivell internacional trobem tres propostes:

- a) El model de reconstrucció educativa (el model alemany). Posa el focus a alinear el contingut científic amb les necessitats de l'alumnat per comprendre el contingut. Des

d'un enfocament constructivista de l'aprenentatge, buscar la construcció de coneixement individual de l'alumne a partir de la simplificació del contingut.

- b) El model de la demanda d'aprenentatge (el model anglès). Té en compte una visió sociocultural de l'aprenentatge on el mestre planifica situacions per aprendre comunitàriament posant el focus en el llenguatge, a apropar el llenguatge de l'alumnat al llenguatge científic. El model de demanda d'aprenentatge fa referència al fet que l'estudiant és el centre del disseny, i cal planificar a partir del contingut el coneixement previ de l'alumnat i la interacció d'aula.
- c) El model d'hipòtesi d'aprenentatge (el model francès). Es planifica a partir de la perspectiva socioconstructivista donant importància als models científics. Per a cada activitat es planteja el contingut, el coneixement inicial de l'alumnat amb ajudes planificades per al docent, l'ús d'instruments i la previsió de la interacció entre l'alumnat.

A nivell nacional, es va proposar el cicle d'aprenentatge com a model de seqüenciació per a la planificació d'activitats per ensenyar ciències. Jorba i Sanmartí (1994) proposen l'organització i seqüenciació d'activitats que incloguin de forma interrelacionada els continguts i la seva avaluació, ja que consideren la regulació dels aprenentatges com quelcom central en cada moment d'aprenentatge. Com es mostra a la figura 11, els autors preveuen quatre fases amb funcions didàctiques diferents:

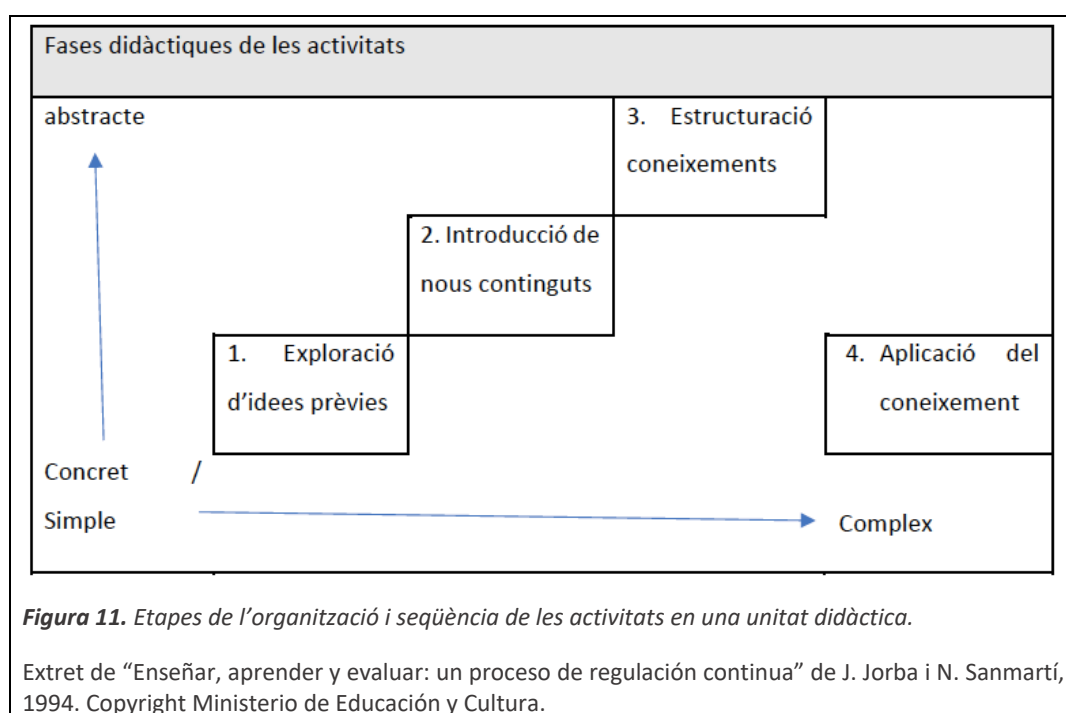
(a) Fase d'exploració, que té la finalitat d'identificar les idees inicials de l'alumnat. Ens permet conèixer el punt de partida de l'alumnat individual i del conjunt de la classe. Podem saber quins són els raonaments, i l'ús de les paraules del tema, les dificultats o intuïcions que tenen, per tal de possibilitar l'evolució de les idees. D'altra banda, ens permet veure diferents idees dins l'aula, de manera que els seus raonaments no són tan coherents com es pensen.

(b) Fase d'introducció de nova informació, a partir de diferents formats. Planteja situacions concretes que progressivament tendeixin a abstractes. Les activitats d'introducció de nou coneixement han de permetre construir coneixement per part de l'alumnat.

(c) Fase d'estructuració, que permet organitzar els nous coneixements i sintetitzar-los. És una fase abstracta que permet organitzar el coneixement construït en la fase anterior. Ens permet consensuar el model a partir de revisar les activitats anteriors.

(f) Fase d'aplicació, que permet la transferibilitat del nou coneixement en un context diferent. En aquesta fase, que és concreta i complexa, es proposa una activitat situada a un context real per poder aplicar el coneixement científic construït en les activitats anteriors. La finalitat és interpretar la realitat, saber utilitzar un nou aprenentatge i reconèixer-ne la utilitat.

En aquesta proposta es preveuen activitats seqüenciades en funció de l'objectiu didàctic que compleixen, i que descriuen el desenvolupament de les activitats que treballen continguts de ciències específics i que posen en relació les idees entre l'activitat prèvia i la posterior. Les activitats estan organitzades des de simples a complexes i de continguts concrets a idees abstractes.



3.2.4 Investigacions centrades en el disseny i implementació de SEA

La recerca ha utilitzat els dissenys de SEA per generar coneixement sobre la naturalesa i les condicions de l'ensenyament i aprenentatge de les ciències mitjançant el disseny, la implementació i l'avaluació de la SEA com a investigació intervencionista que genera nou coneixement didàctic (Kortland & Klaassen, 2010). En la fase de disseny es condueix a un producte final, una SEA que inclou un seguit d'activitats que per al dissenyador són coherents amb les seves orientacions. En la fase d'implementació es realitza una pràctica

d'ensenyament amb la finalitat de millorar el disseny inicial (Cobb et al., 2003). En la fase d'avaluació, tot i que no hi ha unes eines prèviament definides, es preveu l'anàlisi per valorar la qualitat de la SEA, l'aprenentatge i el redisseny de la SEA (Guisasola et al., 2021).

Les investigacions basades en el disseny se centren a entendre el desordre de les pràctiques d'ensenyament a l'aula, amb el context com a part central de la investigació, i a proposar canvis en el context local (Guisasola et al., 2021).

Tot i que inicialment la recerca centrada en el disseny buscava la millora de materials didàctics, a principis de segle sorgeix la investigació basada en el disseny (IBD) amb l'objectiu de no només ajustar el que funciona empíricament, sinó de desenvolupar un seguit de conclusions que es puguin concretar en el contingut de currículum per a la intervenció a l'aula (Cobb et al., 2003).

Guisasola et al. (2021) fa una breu revisió sobre investigacions que analitzen el disseny i la implementació de SEA per ensenyar i aprendre ciències, i mostren que a finals dels 80 el projecte *Childrens' Learning in Science* (1987) va tenir una gran influència en les recerques de tipus intervencionista a nivell europeu. En aquest projecte es posa el focus en els contextos de: a) exposar idees pròpies i dels companys; b) introduir activitats que vinculen idees dels estudiants i una nova visió escolar i; c) fer reflexionar sobre l'evolució de les seves idees.

Més endavant, noves recerques amb el focus en l'aplicació a l'aula, comencen a incloure una nova línia de recerca basada en les bones pràctiques docents. Ruthven et al. (2009) exposa que aquesta nova recerca serveix per contribuir a teories generals i alhora en processos de disseny de les activitats de la SEA. Guisasola et al. (2021) resumeixen que, tot i la diversitat de propostes d'investigació basada en el disseny, totes tenen en compte les idees de l'alumnat, "realitzen anàlisi epistemològic del contingut curricular per justificar objectius d'ensenyament i aprenentatge, tenen una perspectiva social constructivista de l'aprenentatge, dissenyen les activitats en funció dels resultats d'investigació i presenten evidències de l'aprenentatge aconseguit per l'alumnat" (pàg. 5).

En aquesta tesi, partim de dues recerques prèvies situades en el mateix context d'assignatures de didàctica de les ciències de la UVic-UCC que analitzen SEA en cursos anteriors. Per una banda, la recerca de Jordi Martí (2016) sobre l'anàlisi de perfils d'activitat científica escolar en les SEA inicials i finals de mestres en formació. Martí exposa la capacitat

dels estudiants de mestre per planificar contextos d'activitat científica escolar a partir de l'anàlisi del tipus de tasques proposades a la SEA, dels productes d'activitat científica, el rol de l'alumnat, l'estructura global de la SEA i els patrons d'activitat científica. Per altra banda, la recerca d'Isabel Jiménez (2016), que també parteix de l'estudi de les SEA inicials i finals d'estudiants de mestre de l'assignatura de Didàctica de les Ciències I de la UVic-UCC. Jiménez examina com mestres en formació s'impliquen en una formació basada en la investigació centrada en models. L'autora estudia les habilitats i dificultats dels mestres en formació per construir coneixement sobre l'ensenyament i aprenentatge de les ciències centrat en els models.

Martí (2016) mostra en el seu estudi que les SEA permeten identificar els perfils d'activitat científica escolar dels estudiants de mestre en tres sentits: 1) concepcions/creences sobre la ciència, sobretot en relació amb productes i pràctiques científiques; 2) concepcions/creences sobre l'aprenentatge, sobre tot en relació amb el rol de l'alumnat; 3) concepcions/creences sobre l'ensenyament, sobretot en relació amb l'estructura general de la seqüència.

Segons Martí (2016), quan es planifica una SEA és des d'un determinat CDC, però també hi actuen altres mediadors externs com els materials disponibles, el context escolar on es durà a terme l'acció, i la pròpia experiència en l'aprenentatge de les ciències. Aquests mediadors dificulten o faciliten el desenvolupament del CDC. En primer lloc les orientacions dels mestres que ignoren la metodologia de modelització i els models en la construcció de coneixement (Justi & Gilbert, 2003) i alhora el mètode científic com una recepta aplicable de forma lineal i progressiva (Windschitl et al., 2008). Segons Wee et al. (2007), les pràctiques docents estan poc definides per desenvolupar aquest enfocament i el professorat no té clar com dur-ho a la pràctica.

D'altra banda, un mediador afavoridor és la reflexió sobre la pràctica mateixa, que es considera un mediador indispensable per oferir oportunitats de construcció de coneixement didàctic i pedagògic (Zemal-Saul et al., 2000). A l'últim, els materials curriculars disponibles permeten desenvolupar la capacitat de dissenyar adaptacions, ja que el personal docent és capaç d'avaluar els materials i adequar-lo al seu model didàctic. Però Forbes i Davis (2010) constaten que les produccions finals estan condicionades pels materials de partida. Altres autors també reconeixen les dificultats a implementar de forma efectiva materials basats en un enfocament d'indagació (Jiménez, 2016; Minner et al., 2010; Murphy et al., 2012), a causa

de la insuficiència d'espai, temps, recursos, o de les aules amb massa alumnat (Harlen & Allende, 2008).

Jiménez (2016) estudia les planificacions de grups de mestres, que li serveixen per identificar les millores i els reptes a aprendre a ensenyar a través de les ciències basades en la modelització. Els seus resultats suggereixen quatre limitacions principals en les planificacions inicials: a) la concepció de la SEA com una formalitat i una manera de fer un “kit de bones activitats”, en lloc d’una progressió; b) l’escàs coneixement de la matèria de ciències; c) la inadequació de les concepcions de la ciència, i d) el descobriment de les idees de l’alumnat sobre la matèria i sobre com aprenen.

Després de realitzar l’assignatura, Jiménez (2016) segueix identificant algunes mancances en les planificacions, com la manca de detall en la planificació de cada activitat dins la seqüència, o la manca de representació i explicació de les accions dins de cada activitat.

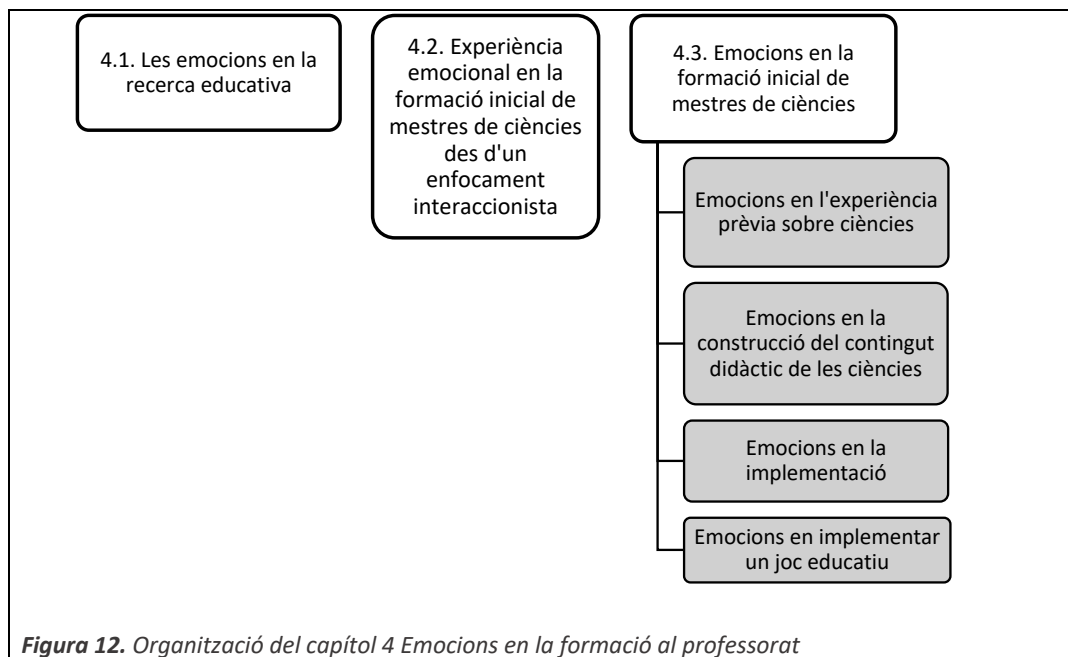
L’autora conclou que els estudiants de mestre no planifiquen segons els enfocaments socioconstructivistes. Tot i que proposen activitats epistemològiques de fenòmens naturals, no aprofiten el context per implicar l’alumnat en la construcció activa de significats.

En els dos casos que analitza Jiménez (2016), observa que en el primer cas la dificultat dels mestres per identificar i desgranar els models representa un obstacle per a la planificació de la SEA. En el segon cas, en facilitar les idees centrals de la matèria que es treballa els serveix de mediador, per seleccionar activitats apropiades, però no garanteix una SEA adequada. El grup dissenya una SEA poc sofisticada en tenir una visió reduïda de la naturalesa de la ciència i de les idees de l’alumnat.

Capítol 4. Emocions en la formació inicial del professorat

Aquest capítol de marc teòric aborda el tema de les emocions en la formació inicial de mestres (figura 12). En primer lloc, en la secció 4.1, es revisen les múltiples aproximacions proposades per diversos autors a fer recerca educativa sobre emocions, posicionant-nos en un paradigma de recerca interaccionista. A continuació, en l'apartat 4.2, es presenta el concepte d'*experiència emocional*, ja que aquesta recerca posa el focus en l'anàlisi de les expressions emocionals que no tenen exclusivament en compte el tipus d'emoció, sinó també la seva causa i les persones implicades.

D'altra banda, en la secció 4.3, es fa una revisió d'estudis en el marc de la formació inicial de mestres per a l'ensenyament de les ciències en relació amb tres temes vinculats a les emocions. El primer tema és sobre les emocions en l'experiència escolar prèvia dels mestres en formació. A continuació es fa una revisió de recerques sobre les emocions en processos de construcció del CDC. I finalment es fa una revisió de recerques sobre emocions situades en context d'implementació d'activitats de ciències i concretament de jocs per ensenyar ciències des del punt de vista del professorat.



4.1. Les emocions en la recerca educativa

Definir les emocions és una tasca difícil, ja que entre disciplines, o fins i tot dins la mateixa disciplina, hi ha poc consens de com descriure-les (Boler, 1999). En aquest estudi adoptem la descripció de Thoits (1989), que defineix les emocions com a fenòmens multidimensionals que inclouen processos biològics, culturals, socials i neuronals, i que difereixen dels estats d'ànim, perquè són passatgeres, varien amb el context immediat (Barret, 2006). Segons Thoits (1989), hi ha quatre elements de les emocions que ens permeten teoritzar: els canvis fisiològics, els senyals situacionals, els gestos expressius i les etiquetes emocionals. A partir d'aquest treball diversos autors han proposat classificacions d'emocions. Una de les més utilitzades des de la teoria sociològica és la proposta de Tuner (2007), que proposa quatre emocions primàries: aversió-por, asserció-ira, tristesa-decepció i felicitat-satisfacció. D'aquestes en sorgeixen variants en funció de la intensitat de l'emoció. Per exemple, de l'emoció primària de la por, en sorgeixen la preocupació en un nivell baix d'intensitat, l'ansietat, en un nivell moderat d'intensitat, i el terror, d'alta intensitat. O bé, emocions secundàries a partir de la unió de dues emocions primàries, com, per exemple, l'orgull, que sorgeix de la satisfacció-felicitat i l'aversió-por.

Des d'una visió sociocultural, les emocions són una manera d'expressar com entenem un context concret (Zembylas, 2004). Ens serveixen com a recursos per donar sentit i significat a un context, i no només això, sinó que promouen canvis, és a dir, tenen un caràcter transformador (Rivera Maulucci, 2013). Les emocions sorgeixen en resposta a algun tema específic (Hufnagel, 2014). Això ens dona una oportunitat d'entendre-les amb més profunditat, ja que són avaluadores i ens donen informació sobre com ens impliquem, és a dir, en quines qüestions i per què. (Boler, 1999; Hufnagel 2014; Keltner & Gross, 1999).

Les emocions han estat tradicionalment excloses de la recerca en l'ensenyament i aprenentatge de les ciències (Zembylas, 2005) a causa de la suposició implícita occidental que el coneixement és racional i imparcial (Shields, 2002). La perpetuació de la dicotomia entre raó i emoció ha limitat i segueix limitant les formes d'entendre la manera com comprem el món i la forma com ens expressem (Hufnagel, 2014). En aquest sentit, encara ara algunes teories crítiques que estudien les emocions no tenen en compte la conceptualització de les emocions des d'una visió àmplia que inclou el context cultural i social (Bellocchi & Amat,

2022). Així doncs, es constata una manca de recerca en emocions en didàctica de les ciències des d'un enfocament sociocultural.

Existeixen múltiples enfocaments de recerca per a l'estudi de les emocions. Olson et al.(2022) proposen una taula que resumeix els diferents paradigmes d'investigació en el camp de les emocions adaptada de Lincoln et al. (2013). Els autors han definit les característiques de 4 enfocaments de recerca en funció de com conceptualitzen les emocions.

Taula 10. Paradigmes d'investigació dominants en relació amb les seves teories de les emocions

	Fisiològica	Interaccionista	Crítica	Afectiva
Teorització de l'emoció	Les emocions són fisiològiques, quelcom universal i poden ser capturades en certa mesura a través de la investigació (Ekman i Friesen, 2003)	Les emocions són socialment construïdes i relatives a una localitat/grup; la investigació de les emocions és quelcom transferible (Collins 2004, Hochschild, 1983)	Les emocions estan conformades per posicions de valor social, cultural, polític, econòmic i de gènere; la forma en què són conceptualitzades pot reforçar les posicions dialèctiques (Ahmed, 2010, Fineman, 2004)	L'afecte i les emocions són diferents; l'afecte ocupa una forma pre-personal i material, mentre que les emocions són culturalment relatives; l'afecte és un important motivador per actuar (Fox, 2015, Massumi, 2002)
Enfocament analític il·lustratiu	Mesurant biomarcadors	Anàlisi temàtica de la transcripció de l'entrevista	Anàlisi del discurs del text	<i>Embodied intensities,</i>
Paradigma de recerca	Post-positivista	Social constructivista	Emancipador	Participatiu
Ontologia	La realitat és singular, existeix independentment del enteniment humà	La realitat es fa a través d'interaccions socials i les institucions i són específiques d'un entorn	La realitat està influenciada per poderosos sistemes de valor, com el neoliberalisme, el colonialisme i el patriarcat	La realitat s'experimenta de forma subjectiva i objectiva, amb ments i cossos que interactuen amb un ordre mundial social ampli

Taula 10. Paradigmes d'investigació dominants en relació amb les seves teories de les emocions

	Fisiològica	Interaccionista	Crítica	Afectiva
Teorització de l'emoció	Les emocions són fisiològiques, quelcom universal i poden ser capturades en certa mesura a través de la investigació (Ekman i Friesen, 2003)	Les emocions són socialment co-construïdes i relatives a una localitat/grup; la investigació de les emocions és quelcom transferible (Collins 2004, Hochschild, 1983)	Les emocions estan conformades per posicions de valor social, cultural, polític, econòmic i de gènere; la forma en què són conceptualitzades pot reforçar les posicions dialèctiques (Ahmed, 2010, Fineman, 2004)	L'afecte i les emocions són diferents; l'afecte ocupa una forma pre-personal i material, mentre que les emocions són culturalment relatives; l'afecte és un important motivador per actuar (Fox, 2015, Massumi, 2002)
Enfocament analític il·lustratiu	Mesurant biomarcadors	Anàlisi temàtica de la transcripció de l'entrevista	Anàlisi del discurs del text	<i>Embodied intensities,</i>
Paradigma de recerca	Post-positivista	Social constructivista	Emancipador	Participatiu
Epistemologia	Les dades observades representen provablement la veritat/realitat	Els investigadors i participants construeixen conjuntament els resultats	Les conclusions sempre estan informades i filtrades pels valors (del investigador)	Els investigadors i participants locals construeixen conjuntament els resultats; el coneixement pràctic i l'experiència es valoren molt.
Postura de l'investigador	Investigador neutral i imparcial	Investigador o participant immers, que avança una representació informada per moltes veus	Investigador interessat, que busca transformar la comprensió	Investigador facilitador, que fomenta l'acció informada per l'autoreflexió.

Nota: Característiques de les diferents tipologies de joc. Extret de "A post-paradigmatic approach to analysing emotions in social life", de R. E.Olson,; A. Bellocchi i A. Dadich, 2020. Copyright 2020 de Emotions and Society

Des d'un enfocament fisiològic, les investigacions separen el context de l'emoció, reduint l'emoció com a quelcom que té un significat universal sense tenir en compte la cultura o el context social, tot separant el discurs emocional de la vida social (Lutz & Abu-Lughod, 1990). Aquest model d'anàlisi essencialista descontextualitza la complexitat de les emocions situades en un context, en lloc d'emfatitzar el significat propi d'aquella emoció (White, 2000). Aquesta visió fisiològica i post-positivista de les emocions divideix les emocions segons la valència, és a dir, segons si són positives o negatives. Aquesta divisió o gradació simplista dels tipus d'emocions pot ser problemàtica, ja que cada emoció és impulsada per diferents processos i motius, i hi ha el risc de perdre informació valuosa del context (Ritchie et al., 2016). Si s'exclou informació del context, es pot classificar una emoció com a negativa, com la frustració, que considerant el context pot indicar que la frustració era activadora d'un canvi i, per tant, positiva. En aquest estudi s'intenta evitar aquesta visió, ja que s'entén que qualsevol resposta emocional és senyal d'implicació i interès amb el context i pot adoptar múltiples formes. Segons aquest enfocament, es teoritzen les emocions com a quelcom universal que es manifesta físicament, com per exemple els canvis en el pols, el to de la veu, o l'expressió facial. Una recerca fisiològica seria per exemple la de Keltner et al. (2003), que codifiquen les emocions bàsiques associades a accions facials. La crítica a aquest enfocament demostra que les vies neuronals associades a les emocions varien d'una persona a una altra, i estan vinculades a altres pensaments i sentits, és a dir, les emocions són construïdes socialment (Feldman-Barret, 2017).

D'altra banda, l'enfocament crític posa el focus en com les emocions estan impregnades de les relacions de poder durant les interaccions. Olson et al. (2022) parlen d'estudis crítics que es basen en teories marxistes, postestructuralistes, feministes i postcolonials que subratllen la influència de la discriminació de les dones, les minories culturals, entre d'altres, en l'aproximació a les emocions. Per acabar, l'enfocament afectiu, que critica el caràcter estàtic, individualista i antropocèntric dels enfocaments psicològics i sociològics (Fox, 2015). Des d'aquest enfocament es teoritzen les emocions com a subjectives i subjectes a una constant transformació (Blackman, 2005), i posen el focus en la capacitat d'afectar i ser afectat. Olson et al. (2002) exposen que la teoria afectiva ha estat criticada per exagerar la diferència entre

emocions com quelcom social cultural, de l'afecte, com quelcom exclusivament sensorial i biològic, igual que les teories fisiològiques.

En el cas d'aquesta tesi, ens posicionem en un enfocament interaccionista (vegeu taula 10), en el qual les emocions són socialment coconstruïdes, relatives al grup (Collins, 2004; Hochschild, 1983) i conceptualitzades com un fenomen multidimensional que engloba dimensions socials, culturals, biològiques i neurològiques de la vida social (Thoits, 1989). És a dir, les emocions no són exclusivament biològiques, sinó que es construeixen en la interacció amb els altres, i són influenciades pel context cultural, social i polític.

4.2. Experiència emocional en la formació inicial de mestres de ciències des d'un enfocament interaccionista

Hi ha moltes formes d'examinar les emocions en la recerca en un paradigma interaccionista que contempli les interaccions socials. Un exemple seria la recerca de Collins (2004), qui proposa la teoria del ritual de la interacció per analitzar l'energia emocional en situacions d'interacció in situ. En aquest línia, Davis i Bellocchi (2019) analitzen la intensitat de l'energia emocional a dues aules de primària a partir de gravacions de vídeo i àudio de les interaccions d'aprenentatge de petits grups de nens i nenes, a partir de l'anàlisi de pràctiques com les expressions, els gestos, els temes de conversa, entre d'altres. Un altre exemple seria l'estudi etnogràfic de Zembylas (2004) a partir de notes de camp, converses d'aula i textos reflexius dels mestres per identificar emocions de mestres de primària. O bé la recerca de Hufnagel (2015), que utilitza notes de camp, gravacions de vídeo i documents de l'alumnat per determinar les expressions emocionals de mestres en formació sobre el canvi climàtic.

En el cas d'aquest estudi interaccionista, no ens centrem en un estudi in situ sinó que volem conèixer l'experiència viscuda d'estudiants de mestre després de participar en diferents contextos de reflexió que els ofereix la formació en didàctica de les ciències. La finalitat recau a descriure i interpretar les dificultats i els reptes en els contextos de disseny i implementació d'AJ per ensenyar ciències. Les reflexions grupals en grups de discussió sobre les seves experiències d'aprenentatge al llarg de dos cursos de didàctica de les ciències ens permeten comprendre els canvis d'aquesta experiència, de manera que es poden considerar tots els

aspectes de l'experiència, que segons Roth i Jornet (2014) inclou aspectes emocionals, cognitius i socials.

Així doncs, ens aproximem a l'estudi de les emocions des del punt del vista de l'experiència, que contempla les emocions com a part indissociable. I com bé sabem de la recerca, l'experiència d'aprendre a ser mestre és una pràctica social impregnada d'emocions (Bellocchi et al., 2014).

Per Dewey i Vygotsky, l'experiència no és només la participació en un esdeveniment, sinó que és una categoria de pensament, una unitat d'anàlisi que inclou les persones de forma integral i el seu entorn, en relació amb el seu context. A més a més, des de les teories socioculturals, l'experiència inclou moments físics-pràctics, intel·lectuals i afectius i no pot reduir-se a l'aspecte mental com la construcció de coneixement (Roth & Jornet, 2013). El relat de l'experiència no només ens ofereix informació del passat, sinó de les creences i orientacions de l'ara i les possibles decisions futures. Segons Roth i Jornet (2013), cal considerar-la una unitat que inclou el canvi en si mateix, en lloc que el canvi sigui un factor extern que afecta l'experiència.

Igual que fan altres constitucions empíriques en l'ensenyament de les ciències (Lidar, Almqvist & Östman, 2010), ens aproximem a les experiències no com a recordatori d'experiències viscudes, sinó com a moments significatius on les experiències es fan significatives en el moment de reflexió actual situades en un context i conjuntament amb altres persones. En aquest sentit, aquesta recerca ofereix 5 contextos de reflexió grupals sobre: a) l'experiència escolar prèvia; b) l'experiència de disseny d'una SEA; c) l'experiència d'implementació d'una AJ a la universitat, i d) l'experiència d'implementació a l'escola.

En línia amb la conceptualització d'experiència, Barret et al. (2007) suggereix que "la comprensió científica de l'experiència de l'emoció requereix una descripció rica i sensible al context en el qual s'experimenta, una explicació causal de com el contingut experimentant és construït pel cervell humà, i un marc explicatiu que no redueixi l'un a l'altre ni els confongui als dos." (p. 19). És a dir, l'experiència emocional consisteix en una representació més àmplia de les emocions, per la seva riquesa i diversitat (Barrios-Tao, 2020). L'experiència emocional no només està subjecta a un tipus d'emoció, sinó també del context on estan situades, i a la

interacció amb altres alumnes o amb els elements de la situació concreta (Eynde i Turner, 2006).

Les emocions es comuniquen a través de la interacció i en el discurs a partir d'expressions emocionals, i aquestes ens permeten resoldre la difosa línia entre viure una emoció i expressar una emoció (Gross & Baret, 2011). Les expressions emocionals tenen: a) una causa (*aboutness*), però també responen a; b) un tipus d'emoció (tristesia, alegria, frustració, etc.) i; c) una interacció amb un grup social concret (Hufnagel & Kelly, 2018).

Aboutness de les expressions emocionals

Les emocions no són entitats internes, sinó que sorgeixen d'un esdeveniment, una experiència una idea, entre d'altres. És per això que les expressions emocionals estan subjectes a un *aboutness* o un "sobre què", que es refereix al motiu que fa emergir l'emoció (Hufnagel, 2015, 2017). Els *aboutness* ens serveixen com a indicadors d'allò que personalment els importa. Estan basats en els objectius i les preocupacions més importants per a l'individu, i determinats per les seves creences i coneixements (Mascolo, 2009; Hufnagel & Kelly, 2018). Segons Paris i Turner (1994), les emocions es basen en interpretacions i valoracions cognitives sobre situacions específiques. Aquestes interpretacions i valoracions estan basades en el propi coneixement i les creences, així que aquestes valoracions estaran influïdes per l'edat, la cultura, i la història personal. Alhora, com que estan situades en una situació i un moment concrets, l'experiència emocional és inestable o variable, ja que les situacions i les persones estem en evolució constant.

Tipus d'emoció de les expressions emocionals

Hi ha múltiples formes de classificació dels tipus d'emoció. Tal com hem exposat a l'inici del capítol, un exemple és el de Turner (2007), que fa una proposta de classificació àmpliament acceptada per la recerca sociocultural educativa en emocions.

Escollir una paraula per indicar una emoció és un problema en moltes ocasions, ja que les emocions poden definir-se a partir de diferents aspectes, com l'expressió, el to de veu, la rapidesa de la parla, l'ús de metàfores, l'expressió corporal, entre d'altres. Aquests aspectes tenen un component cultural i lingüístic rellevant en els respectius lèxics de les emocions (Fontaine et al. 2013). Així doncs, per evitar el biaix cultural de les emocions, sobretot perquè la major part de la recerca en emocions es contextualitza en entorns de parla anglesa,

adoptem l'aproximació del "Components of emotional meaning", que presenta un nou enfocament de com analitzar emocions de forma transcultural, proposant traduccions per a 24 llengües diverses, incloses l'espanyola. Així com, exemples de diferències entre significats entre termes entre llengües i il·lustracions del rol de la cultura en conformar aquests significats. El model de procés de components classifica les emocions: a) d'acord amb la seva *valència*, és a dir, el rang entre emocions positives com l'alegria i negatives com la ràbia; b) segons la seva *intensitat o potència*, entre el ventall de molt intenses com la irritació i poc intenses com la vergonya; c) a partir de la *novetat*, entre emocions sobtades com la sorpresa fins a emocions menys sobtades com l'orgull; i finalment, d) a partir de l'*excitació*, entre emocions altament excitants com la por o l'estrès, fins a emocions menys excitants com la tristesa o la decepció.

Grup social de les expressions emocionals

En lloc de considerar les emocions com quelcom existent dins una persona o bé com quelcom extern que afecta les persones a causa del seu context social i cultural, la investigadora Sara Ahmed (2004) entén les emocions com fronteres entre el jo i el nosaltres, és a dir, entre l'individu i el grup social. Aquesta perspectiva de les emocions ens permet entendre les relacions entre persones i el seu context. Segons l'autora, la forma en la qual ens relacionem amb els altres està lligada a les històries del subjecte, però també a històries anteriors al subjecte (Ahmed, 2004). En el nostre estudi, les emocions ens permeten veure les fronteres entre cada estudiant de mestre i el seu grup de treball reduït, però també amb el seu grup d'estudiants de l'assignatura de Didàctica de les Ciències I i II. Identificar si en les seves expressions emocionals es contempla només el "jo" o bé inclouen altres individus ens permet veure reaccions entorn la concepció de comunitat del grup. Alguns exemples serien el sentiment provinent d'una experiència individual de frustració en l'aprenentatge de les ciències en l'etapa escolar, o bé l'orgull grupal en explicar els resultats de la implementació a l'escola de primària.

4.3. Emocions en la formació inicial de mestres de ciències

La revisió de Bellocchi i Amat (2022) d'articles de revistes empíriques sobre emocions i ensenyament de les ciències mostra l'interès en augment de la comunitat investigadora a contribuir a la formació de professorat de ciències. Els 44 articles sobre emocions analitzats

en la revisió es divideixen en 3 temes: 1) treball i identitat del professorat de ciències; 2) indagació científica i; 3) qüestions sociocientífiques. Els tres articles que analitzen els autors sobre el rol de les emocions en l'ensenyament de les ciències per indagació (vegeu Adler et al., 2019; Dreon & McDonald, 2012; Ritchie et al., 2013) comparteixen que les trajectòries emocionals tan agradables com desagradables van impactar a les seves decisions didàctiques i que en regular les emocions desagradables, el professorat adoptava una visió favorable a l'aprenentatge de les ciències per indagació.

Els estudis sobre emocions i l'ensenyament de les ciències ens indiquen que les emocions són part del procés d'ensenyament i aprenentatge (Hufnagel, 2015; Jaber et al. 2016; Zembylas, 2002) i si ens centrem en la formació de mestres, aprendre a ser mestre de ciències és una pràctica socialment situada i impregnada d'emocions (Bellocchi et al., 2014).

Zembylas (2004) va investigar sobre com les expressions emocionals influeixen en el diàleg sobre la ciència a l'aula, i va determinar que comprendre l'aprenentatge de les ciències de l'alumnat depèn de comprendre les seves pràctiques emocionals. És a dir, que no podem dissociar les emocions del procés d'aprenentatge de les ciències, i no només com a estudiant de ciències, sinó que les emocions estan presents i transformen la pràctica del professorat i les seves orientacions, i aquestes formen la seva identitat com a mestres de ciències (Zembylas & Baker, 2002).

A continuació, destaquem diferents recerques en emocions en el camp de la formació inicial de mestres organitzades en funció dels seus focus d'anàlisi, o bé resultats obtinguts que són rellevants per als resultats d'aquesta tesi. En primer lloc, la recerca enfocada a mostrar emocions en l'experiència escolar en relació amb l'àrea de les ciències. A continuació, s'exposen recerques sobre les emocions en la construcció del CDC. En tercer lloc, la recerca d'emocions en la implementació, i, per acabar, ens centrem en la implementació d'AJ.

4.3.1. Les emocions dels estudiants de mestre en la reflexió sobre l'experiència prèvia en ciències

Zembylas (2007) exposa com les experiències passades impacten en les emocions dels mestres sobre les ciències i dificulten la relació positiva amb aquesta disciplina.

Com hem vist, els estudiants de mestre arriben a la universitat amb unes idees i orientacions prèvies en relació amb l'ensenyament de les ciències. Alguns autors han investigat les emocions amb les quals l'alumnat arriba a la formació inicial de mestres i com aquestes emocions provoquen accions diferents. Mellado et al. (2014) indiquen que la majoria d'estudiants tenen un record emocional positiu en relació amb les ciències a primària, i en canvi, a secundària, concretament a les assignatures de química i física és majoritàriament negatiu. La por, la tensió o la desesperació són les emocions que l'autor ha detectat en futurs mestres, atribuïdes sobre tot a si mateixos com a estudiants, és a dir, a la pròpia capacitat per aprendre i als seus resultats acadèmics, però també al contingut de la matèria de física i a la resolució de problemes. En canvi, les emocions positives fan referència al professorat, relacionat amb la metodologia d'ensenyament, amb la seva actitud i el sistema d'avaluació. És a dir, els futurs mestres atribueixen emocions positives a causes externes com el professor de l'àrea, en canvi emocions negatives a causes internes, a l'estudiant mateix, o bé al contingut de la matèria.

Segons Abell et al. (2010), aquestes emocions negatives provoquen una manca de confiança per ensenyar ciències. Tot i que Bellocchi et al. (2014) suggereixen que cal reflexionar sobre les experiències com a estudiants de ciències en l'etapa escolar per ajudar als futurs mestres a ser més sensibles en la seva pràctica com a docents.

Una motivació i una actitud positives envers l'aprenentatge de les ciències implica interès per al seu ensenyament, la qual cosa beneficiarà l'alumnat de primària, ja que l'actitud dels mestres que ensenyen ciències és important per despertar motivacions dels seus estudiants per les ciències (Abel et al. 2010).

En l'estudi d'Amat i Sellas (2017), en el qual s'exploren les emocions de mestres en formació inicial en les àrees de ciències i matemàtiques, els autors identifiquen les principals emocions i les causes que les fan emergir quan els estudiants reflexionen sobre com han après ciències i matemàtiques a l'escola. A partir de qüestionaris, se'ls demanava que escollissin 3 emocions d'entre 10 opcions (alegria, tristesa, ràbia, ansietat, decepció, orgull, curiositat, entusiasme, frustració i vergonya) i justificuessin la seva tria. Els resultats mostren que en relació amb les ciències el doble d'estudiants reconeixen emocions positives (66 %), mentre un 33 % pensa en emocions negatives en recordar la seva escolaritat. Amat i Sellas (2017) també determinen

que la major part de les emocions positives i negatives fan referència al contingut científic i matemàtic i al model didàctic amb el qual van ser ensenyats.

4.3.2. Les emocions en la construcció del CDC

El sistema de coneixements del mestre de ciències consisteix en molts recursos diferents en una relació simbiòtica entre continguts de pedagogia, currículum, emocions, coneixement de l'alumnat, valors, entre d'altres. Aquestes formes de coneixement involucren també molts agents: estudiants, mestres, família i comunitat. En aquesta ecologia l'aprenentatge i la interacció entre mestre i aprenents n'és el centre (Zembylas, 2007).

Estudis anteriors reconeixen la importància d'una dimensió emocional al CDC. En aquest sentit, Garritz (2010) proposa incloure un component afectiu explícit en el CDC que els mestres han de dominar per a l'ensenyament de les ciències.

Coneixement i creences de tipus afectiu relatius al contingut específic de la matèria en qüestió. S'han d'incloure els subcomponents següents: creences motivacionals, creences d'orientació cap a metes, creences sobre interès i valors, creences d'autoconcepte, autoeficàcia, autoestima i control. Tot això ha d'estar relacionat amb els interessos, les actituds i les emocions dels professors mateixos i de la seva manera d'ensenyar la disciplina i el seu coneixement de les actituds que els estudiants adopten quan aprenen. (Garritz & Mellado, 2014, p.4).

En aquest sentit, el professorat ha de ser capaç de connectar la seva comprensió emocional amb el que saben sobre la matèria, la pedagogia, els discursos escolars, les històries personals i el pla d'estudis (Zembylas, 2007).

En la recerca sobre emocions en la construcció del coneixement es mostra que encara que els futurs mestres arribin a la universitat amb una experiència prèvia negativa, no és indicador inamovible per a la seva construcció del CDC. Tal com demostren diversos estudis, les orientacions i les emocions de futurs mestres sobre l'ensenyament de les ciències poden canviar gràcies a la seva participació en els cursos de formació (Amat & Sellas, 2020; Imai, 2010).

Un exemple n'és l'estudi d'Amat i Sellas (2020) que proporcionen dos casos de mestres en formació que provenen d'una experiència prèvia escolar emocional negativa, basada en una

educació tradicional i reproductiva. L'estudi il·lustra com aquestes emocions afecten les seves orientacions com a mestres i com canvien gràcies a les oportunitats de reflexió de l'assignatura relacionades amb les estructures autoritàries en l'ensenyament de les ciències per restringir l'agència de l'alumnat. Un altre estudi sobre les emocions dels mestres en formació d'Imai (2010) mostra com les emocions desagradables no sempre promouen una actitud negativa vers les ciències o l'ensenyament de les ciències. En aquest cas, les emocions desagradables promouen l'efecte contrari. L'estudi d'Imai (2010) sobre emocions en processos discursius conclou que les emocions com la frustració, que habitualment són considerades un obstacle per a l'aprenentatge, també podien contribuir positivament segons la interacció amb el grup. Així doncs, les emocions permeten transformar les pràctiques dels mestres en formació.

Jiménez-Liso et al. (2021a) exploren l'impacte d'una seqüència didàctica per formar professors de secundària fonamentada en la indagació basada en models. Les autores fan el seguiment de les emocions que experimenten al llarg de la participació en la seqüència. Els resultats mostren com els participants experimenten emocions positives sobre la seva implicació en les pràctiques científiques i sobre els beneficis de l'ús d'aquestes pràctiques en l'ensenyament de les ciències. Les emocions negatives fan referència a la inseguretat en relació amb les categories d'hipòtesi, justificació, teoria, gràfics, anàlisi i predicció, en canvi només dos participants van mostrar emocions negatives relacionades amb el disseny, les dades, el model d'indagació i l'epistemologia. Tot i aquestes emocions inicials, els resultats de l'estudi mostren l'evolució emocional al llarg del curs, que canvia d'inseguretat a confiança a mesura que dona sentit als nous aprenentatges.

Segons Jiménez-Liso et al.(2021a), els seus resultats estan en línia amb l'estudi de Grabau i Ma (2017), els quals exploren aspectes que promouen la implicació en l'aprenentatge de les ciències. L'autoeficàcia, l'autoconcepte de la ciència, el gaudi de la ciència, l'interès en general de l'aprenentatge de la ciència, la motivació instrumental per les ciències, la motivació per la ciència orientada al futur, el valor general de la ciència i les activitats científiques. Com a implicacions didàctiques, els autors recomanen l'ensenyament de les ciències centrat en aplicacions o models, ja que es relacionen amb els aspectes d'autoconcepte de la ciència, gaudi de la ciència, motivació instrumental per la ciència, valor general de la ciència i valor

personal. D'altra banda, realitzar activitats pràctiques, vinculat a l'interès general per aprendre ciències, i a l'autoeficàcia científica.

Dávila et al. (2015) també mostra una evolució positiva de les emocions que experimenten 82 estudiants del grau de Mestre de Primària de la Universitat d'Extremadura. Els autors il·lustren com partir de la percepció positiva d'un mateix està associat amb una millor capacitat de gestionar l'aula (Borrachero et al., 2012).

Els seminaris proposats en el curs de formació permeten millorar les competències científiques, fet que provoca l'evolució de les emocions cap a positives.

Participar en la construcció de coneixement provoca respostes emocionals, sentiments i disposicions que permeten esbrinar coses del món natural; segons Jaber i Hammer (2016a; 2016b) "instiga i estabilitza el compromís amb la disciplina" (p. 189) en les activitats científiques. Davidson et al. (2020) analitzen les experiències i reflexions de quatre mestres en un programa de formació de ciències d'estiu de 6 setmanes. Les seves reflexions van sorgir sobre tres temes principals: a) sentiments de lluita i ansietat; b) la voluntat de prosseguir tot i els contratemps, i la incertesa; c) un sentiment d'orgull i guany. Aquests tres sentiments van sorgir gairebé de forma lineal, de manera que el sentiment d'ansietat emergia a l'inici, la tolerància a la incertesa a les setmanes intermèdies i el sentiment d'orgull al final de la formació.

Per als mestres en formació, el contingut desconegut i nou de les primeres setmanes i la seva manca de comprensió provoquen ansietat, de la mateixa manera que la senten els científics novells. Com indiquen els autors, una qüestió important per aprendre a fer ciències és aprendre a gestionar la frustració als contratemps o a la incertesa. Alguns autors descriuen aquesta habilitat com l'aprenentatge meta-afectiu (Radoff et al., 2019), i entenen que cal veure aquesta frustració com una oportunitat per avançar en la investigació i transformar-la en entusiasme per superar el repte o aprendre quelcom nou. D'altra banda, el sentiment d'orgull sobretot es donava en el moment de comunicar o compartir el coneixement i aprenentatge adquirit en el curs. Els moments en els quals prenen consciència de la seva evolució i eren reconeguts pels companys i pel professorat.

Després d'aquests resultats, els autors incideixen en la importància de fer que els estudiants experimentin en primera persona la incertesa, l'ansietat i la frustració en la ciència, com una

oportunitat de reflexió. A partir de l'acompanyament de professors que sàpiguen respondre als seus sentiments per comprometre'ls amb la disciplina (Davidson et al., 2020).

4.3.3. Les emocions en la implementació

Tal com Abell et al. (2010) afirma, un dels contextos d'aprenentatge que cal promoure en la formació inicial de mestres és la reflexió sobre la pràctica mateixa. El context de microensenyament ofereix una oportunitat d'implementar propostes de ciències que també ha estat focus de recerca en emocions.

Un exemple n'és l'estudi d'Alessio (2018), en què es va fer el seguiment de 830 mestres de primària en formació, en el marc d'una assignatura pensada per millorar les seves creences d'autoeficàcia. Se'ls va proposar un context de microensenyament entre els estudiants universitaris en petits grups de 6, simulant que uns eren l'alumnat i els altres els mestres durant un total de 3 pràctiques cada grup. Posteriorment es va reflexionar sobre la pròpia pràctica, i també es va valorar la pràctica dels companys. Els resultats indiquen que la meitat de l'alumnat sentia nervis a l'inici de la implementació, però repetir l'experiència una segona i tercera vegada havia permès confrontar aquests sentiments i reduir-los, tot i que no va ser suficient per modificar les seves creences d'autosuficiència.

Un altre dels focus de les recerques en contextos de microensenyament és la reacció emocional dels futurs mestres a les emocions dels estudiants. En l'estudi de Márquez et al. (2022) que analitza diaris de camp de mestres novells es va detectar que una tipologia d'emocions expressades per mestres era sobre les emocions negatives dels alumnes. Els autors destaquen que durant els primers dies de docència se centren més a descriure les seves pròpies emocions, però que després tendeixen a descriure les emocions del seu alumnat. Les emocions de l'alumnat són en relació amb l'experiència d'aprenentatge, sobretot si troben sentit a les tasques o activitats proposades. En comparar els diaris de camp amb mestres experimentats, observen que hi ha menys emocions relacionades amb les emocions de l'alumnat. Les autores relacionen aquest menor protagonisme d'emocions d'empatia cap a l'alumnat com una major comprensió del paper de les emocions en el procés d'aprenentatge de l'alumnat.

Una altra de les causes que fan emergir emocions en la implementació és la forta vinculació dels mestres en formació amb la cerca de la correcció. En l'estudi de cas de Jaber (2021), se segueix una estudiant de mestre de ciències, que inicialment mostra un fort escepticisme vers el model docent reproductiu, però la seva pràctica esdevé reproductiva. L'anàlisi identifica que en alleugerir la preocupació de la futura mestra per arribar a la resposta correcta, l'empatia epistèmica va canviar cap al suport i guia de l'alumnat per donar sentit al coneixement. El concepte d'empatia epistèmica fa referència a la capacitat d'apreciar les experiències intel·lectuals i emocionals d'algué que està realitzant una activitat epistèmica. Segons l'autora, aquesta habilitat és clau per atendre, interpretar i respondre el treball de l'alumnat durant la implementació. Des d'aquest punt de vista, l'empatia epistèmica és aquella que permet una experiència centrada a construir, comunicar i refinar el coneixement per donar sentit als fenòmens científics (Jaber et al., 2018) a partir d'implicar-se en l'experiència no només intel·lectual, també emocional de l'alumnat.

En estudis anteriors de Jaber et al. (2018), veiem com les categories d'anàlisi emergents sobre l'empatia epistèmica inclouen aspectes intel·lectuals i emocionals. En aquest cas, ens interessa la categoria d'anàlisi sobre les reaccions a les emocions de l'alumnat. Concretament en el seu estudi emergeix una dimensió de reconèixer i apreciar l'afecte epistèmic de l'alumnat. Implica que el mestre en formació reconeix les emocions de l'alumnat, com per exemple en el cas de l'entusiasme per les idees o la frustració en veure incoherències amb el seu model, i comprèn que aquestes emocions donen forma a les experiències de construir sentit i coneixement de l'alumnat.

4.3.4. Emocions del professorat en implementar un joc educatiu

Tot i que són pocs els estudis que analitzen les emocions en el joc des del punt de vista del mestre, podem extreure algunes idees importants a tenir en compte si s'aplica el joc a l'aula. En primer lloc, la recerca ens mostra la diferència entre proposar un joc cooperatiu i competitiu, ja que les emocions que emergeixen són clarament diferents. Mentre el joc cooperatiu permet l'activació d'emocions positives, sobretot de forma intensa entre les noies, el joc competitiu podria provocar un clima negatiu, si es posa molt d'èmfasi en guanyar i perdre.

Lavega et al. (2011) analitzen les experiències emocionals de 284 estudiants de mestre per identificar quines emocions provoquen els jocs motrius, els jocs de cooperació i d'oposició. Els resultats mostren que els jocs cooperatius activen emocions positives més intenses que en els jocs competitius. Els autors suggereixen que la tipologia de joc a escollir és una decisió important que cal plantejar-se com a mestre, ja que cada tipologia de joc està associada a un tipus d'emoció. D'altra banda, també destaquen que els jocs competitius han d'evitar que el resultat emfatitzi la divisió entre guanyadors i perdedors, ja que això provoca emocions negatives en l'alumnat. Bunker i Thorpe (1986) parlen de la importància d'un clima d'aula en el qual l'alumnat sigui participatiu per decidir si volen tenir en compte el resultat o no en jugar a jocs competitius.

Jaqueira et al. (2014) també analitza les emocions en la pràctica de jocs cooperatius competitius tenint en compte el gènere. Els autors analitzen 132 estudiants de Ciències de l'Activitat Física i de l'Esport, i identifiquen que els jocs cooperatius desencadenen valors intensos d'emocions positives tant quan es guanya com quan es perd. Les estudiants identificades com a dones van registrar emocions positives més intenses quan van guanyar, i emocions negatives menys intenses quan van perdre. Així doncs, els autors destaquen que cal parar atenció a les variables socioculturals com el gènere en l'anàlisi de les emocions en el joc.

En segon lloc, en la implementació de jocs a l'aula també cal preveure la disposició de l'espai de l'alumnat i el material, ja que en funció de l'espai es permetrà un tipus d'interacció inclusiva o exclusiva que promogui un clima positiu d'aula, o al contrari.

Un estudi que implementa jocs matemàtics amb estudiants d'entre 10 i 13 anys és el de Bonne i Higgins (2022), que ofereixen resultats interessants sobre la relació entre les fluctuacions del clima emocional de l'aula i els jocs per a l'ensenyament de les matemàtiques. Les autores van utilitzar polsadors per recollir com se sentien cada 5 minuts en un rang de 5 opcions, des de molt positiu a molt negatiu. Durant vuit sessions de matemàtiques van seguir els alumnes per explorar les seves emocions individuals i grupals. Es van detectar tres moments en què es van produir canvis bruscs a les emocions. En el primer moment es va dur a terme un joc competitiu que va resultar en un clima d'aula positiu, que va esdevenir intens quan un alumne va guanyar a la mestra a l'última ronda del joc. L'alumnat es trobava implicat en el joc, amb un mateix punt d'atenció i hi havia un sentiment compartit per tot el grup. En el segon joc, que també

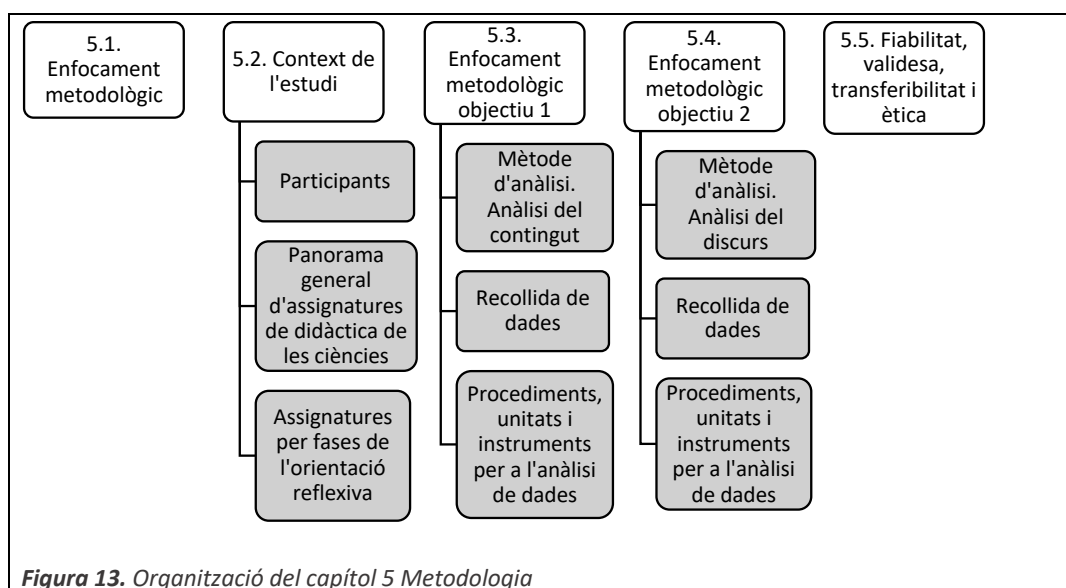
era competitiu, l'espai de joc, però, provocava que no hi hagués interacció entre l'alumnat, fet que provocava que alguns alumnes no compartissin el mateix sentiment que altres.

Un aspecte interessant d'aquest estudi és que utilitza el marc d'interaccions socials de Collins (2014), que determina 4 condicions per a la interacció: (a) dues o més persones experimenten la presència corporal de l'altra; (b) els límits mostren quins participants estan inclosos i exclosos de les interaccions; (c) l'atenció mútua se centra en objectes o activitats comunes; i (d) hi ha un estat d'ànim o una emoció compartida. També que pot servir per a mestres en el moment de prendre decisions de com implementar un joc a l'aula.

En tercer lloc, el mateix estudi de Bonne i Higgins (2022) ens mostra la importació d'una bona explicació i consens en les normes del joc. En l'estudi es mostra com una mestra substituïda explica les normes del joc, però com el fet que els nens i les nenes estiguessin acostumats a jugar a aquest joc amb unes normes lleugerament diferents va esdevenir un conflicte en l'entesa de les normes del joc i no van poder-les consensuar a causa de la diversitat de formes de jugar. Aquesta situació va provocar un clima negatiu d'aula, i finalment no van jugar al joc.

Capítol 5. Metodologia

El capítol 5 sobre metodologia està organitzat en cinc blocs de contingut (figura 13). Inicialment, s'introdueix l'enfocament metodològic, exposant el paradigma de recerca d'aquest estudi. Seguidament en l'apartat de context general es detallen el grup de participants, les assignatures de Didàctica de les Ciències I i II, i es presenten els contextos d'orientació reflexiva de les assignatures, les quals han servit per organitzar i analitzar les dades d'aquest estudi. A continuació, es presenten dues sessions per tal d'abordar cadascun dels objectius generals d'aquesta recerca, ja que han estat investigats des d'enfocaments metodològics diferents. Per acabar, s'exposa un apartat per explicar com es consideren els aspectes de fiabilitat, validesa, transferibilitat i ètica de l'estudi.



5.1. Enfocament metodològic

Segons Guba i Lincoln (2005), un paradigma, que és una construcció humana, es pot veure com un conjunt bàsic de creences referides als principis que defineixen la naturalesa del món, el lloc de l'individu en el món i les relacions possibles amb aquest món i les seves parts. Les creences bàsiques que defineixen els paradigmes d'investigació es poden resumir en les respostes donades a tres preguntes fonamentals de naturalesa ontològica, epistemològica i metodològica: 1) quina és la forma i la naturalesa de la realitat i, per tant, què se'n pot saber?; 2) quina és la naturalesa de la relació entre el coneixedor o el possible coneixedor i allò que es pot conèixer?; 3) com pot l'investigador esbrinar què creu que es pot conèixer?

Respondre a aquestes tres preguntes d'una forma determinada ens situa en un paradigma de recerca concret. Segons Guba i Lincoln (2005), existeixen quatre paradigmes diferents: el positivisme, el postpositivisme, la teoria crítica i el constructivisme. Segons Denzin i Lincoln (1999/2005), el paradigma interpretatiu i el paradigma positivista tenen principis contradictoris i s'exclouen mútuament, ja que a diferència del paradigma interpretatiu, que vol explicar un fet singular, el positivisme busca lleis d'aplicació generals. En el nostre cas ens identifiquem en un paradigma constructivista, ja que des d'una visió ontològica volem comprendre una realitat social específica de com un grup de mestres en formació construeix coneixement entorn al disseny de jocs per ensenyar ciències. Des d'una visió epistemològica del paradigma constructivista, el rol dels investigadors i la finalitat de la recerca està vinculada amb els resultats de la investigació assumint la subjectivitat dels investigadors i el procés. Finalment des de la visió metodològica d'aquest paradigma es contempla l'hermenèutica o dialèctica, entenent que la construcció de significats dels resultats es fa de forma participativa entre investigadors i investigats.

En aquest sentit, entenem que els processos i les decisions que l'investigador farà al llarg de la seva recerca definiran la metodologia d'investigació. Però també, a la inversa, l'investigador, en funció de les seves orientacions, valors i experiències, prendrà decisions que l'emmarcaran en un paradigma de recerca. La manera d'entendre i conceptualitzar la investigació en l'ensenyament i aprenentatge de les ciències és un aspecte que depèn no només del fet que l'investigador prengui la decisió d'emmarcar-se en un paradigma, sinó que totes les seves decisions siguin coherents amb aquesta visió. L'investigador és una persona influenciada per molts aspectes, i té preferències i predileccions. L'important és ser-ne conscient i ser honest amb l'anàlisi per diferenciar els resultats de la investigació i l'opinió personal. La veritat és relativa a l'investigador i no hi ha veritats absolutes, però tampoc hi hauria d'haver opinions personals.

Aquest estudi parteix d'un enfocament sociocultural i se situa en un paradigma constructivista interpretatiu, ja que es proposa investigar un fenomen socioeducatiu per descriure, comprendre i interpretar una situació d'ensenyament i aprenentatge (Roth, 2013), concreta i singular, en un moment concret, amb unes determinades persones participants i investigadores que interactuen i construeixen significat conjuntament, determinades per un entorn. Aquesta recerca té l'objectiu de descriure i interpretar un fet singular, que és com un

grup d'estudiants en formació inicial a la UVic-UCC aprenen a dissenyar jocs per ensenyar ciències i com evolucionen els seus aprenentatges i experiències emocionals al llarg de dues assignatures de Didàctica de les Ciències. En aquest sentit, des d'un enfocament interpretatiu i sociocultural, es vol comprendre millor el procés d'ensenyament i aprenentatge, per tal d'aconseguir millores en aquest procés (Tobin, 2006).

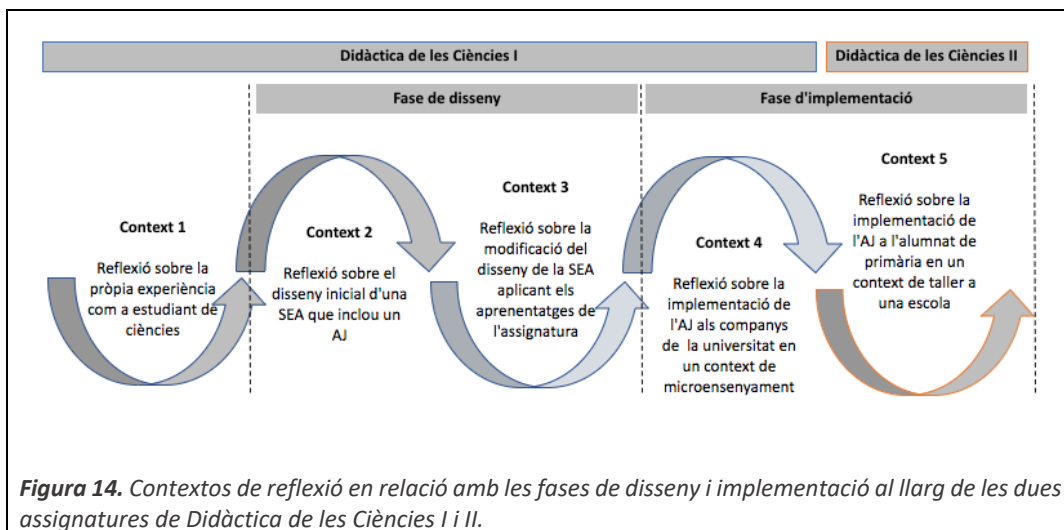
En aquest estudi, definir l'enfocament metodològic de recerca suposa un repte, ja que cada pregunta de recerca és de naturalesa diferent. Per donar resposta a les preguntes de recerca des d'una visió pragmàtica, adoptem la idea de la teoria del bricolatge teoritzada per Denzin i Lincoln (2005) i Berry (2006), en la qual s'utilitzen enfocaments de recerca multiteòrics i multimetodològics amb la intenció d'adaptar el tractament de les dades a cada pregunta de recerca.

En primer lloc, s'analitzen a nivell macro (vegeu secció 5.3), els canvis en les activitats de joc entre l'inici i el final de l'assignatura de Didàctica de les Ciències I. Aquesta part de l'estudi parteix d'una anàlisi qualitativa i quantitativa del contingut centrat en la presència d'un seguit de categories sorgides a partir d'un procediment inductivodeductiu. L'anàlisi de les dades textuais (Mayring, 2000), provenen de les seqüències d'ensenyament-aprenentatge dissenyades a l'inici de l'assignatura i modificades al final. En segon lloc, (vegeu sessió 5.4.), passem d'un marc més ampli, per passar a analitzar a nivell micro el com i el perquè dels canvis en les activitats de joc i els canvis en les orientacions dels mestres en formació inicial al llarg de les assignatures de Didàctica de les Ciències I i II. En aquesta segona part les dades es fan servir per donar sentit a una recerca qualitativa en la qual es presenten tres estudis de cas exploratoris emmarcats en un enfocament de l'anàlisi del discurs (Gee, 2004). Les dades provenen de tres transcripcions de tres grups focals a tres grups de treball. Així doncs, aquesta investigació vol fer el seguiment del procés d'aprendre a ser mestre, un seguiment característic dels estudis de cas (George & Bennett, 2004). En aquest estudi, a través de descripcions denses, descriu i interpreta els discursos de les experiències emocionals dels estudiants de mestre, mitjançant una metodologia participativa, en la qual totes les persones participants aporten les seves reflexions en les discussions grupals.

5.2. Context de l'estudi

La recerca s'ha dut a terme en el marc de les assignatures de Didàctica de les Ciències I i Didàctica de les Ciències II al tercer i quart curs del grau de Mestre d'Educació Primària de la Universitat de Vic-Universitat Central de Catalunya durant el curs 2017-2018 i 2018-2019. La finalitat principal d'aquestes assignatures és oferir a l'alumnat espais de reflexió per tal que confrontin i facin evolucionar les seves orientacions i pràctiques docents sobre l'ensenyament i l'aprenentatge de les ciències.

Una de les activitats rellevants que connecten les dues assignatures de didàctica de les ciències és dissenyar i implementar una seqüència d'ensenyament i aprenentatge (SEA), sobre un tema de ciències, en grups cooperatius. L'alumnat dissenyarà i modificarà la SEA al llarg de l'assignatura de tercer curs, de manera que esdevé un context de reflexió sobre les seves orientacions relatives a l'ensenyament i aprenentatge de les ciències. Posteriorment, es proposen dos contextos de microensenyament: el primer consisteix en la implementació d'una activitat de la SEA als companys i companyes de la universitat dins el mateix curs acadèmic, i el segon, dins l'assignatura de quart curs, en el qual s'implementa una activitat de la SEA en un context real d'aula, en una escola d'educació primària. En aquest sentit es van oferir quatre contextos orientats a reflexionar sobre les fases de disseny i implementació pròpies de l'activitat docent al llarg de les dues assignatures de didàctica de les ciències (figura 14). Però també un context inicial (context 1) per reflexionar a l'entorn de les experiències personals prèvies com a estudiants de ciències durant la seva escolarització. Per tant, un total de 5 contextos han estat focus de reflexió per abordar l'objectiu d'aquesta tesi.



Les SEA dissenyades i modificades dins el marc de l'assignatura de Didàctica de les Ciències I també han estat focus d'estudi de dues tesis anteriors: la d'en Jordi Martí (2016), sobre la identificació de perfils d'activitat científica escolar a partir de l'anàlisi d'aquestes planificacions d'estudiants, i la tesi de la Isabel Jiménez (2016), centrada a analitzar també les SEA per identificar l'habilitat de l'alumnat de traslladar els seus coneixements sobre l'ensenyament centrat en els models en els seus dissenys. Tal com menciona Martí (2016), aquest contrast entre les seqüències didàctiques inicials i finals ens permet veure els canvis introduïts pel grup d'estudiants i també identificar els elements que es mantenen, i a partir d'aquí inferir els possibles agents que poden haver induït al canvi o a la continuïtat. Com a resultat d'aquestes recerques, l'assignatura ha anat evolucionant i adoptant noves estratègies per a l'ensenyament de mestres de ciències en formació.

Tot i que la finalitat de millorar la formació inicial de mestres és compartida, la distinció d'aquestes tesis respecte a la presentada es deu principalment a l'enfocament centrat en les AJ. En aquest sentit, l'assignatura de Didàctica de les Ciències I referenciada en aquesta tesi incorpora aspectes de joc (vegeu secció 5.2.2), per poder analitzar les preguntes de recerca vinculades al joc.

5.2.1. Participants

Durant el març del 2018 va tenir lloc l'inici de la recollida de dades, coincidint amb l'inici de l'assignatura de Didàctica de les Ciències I, en el tercer curs del grau de Mestre de Primària.

El grup de participants en aquest estudi està format per 64 estudiants que estaven cursant aquests estudis. La majoria eren menors de 30 anys, exceptuant-ne 5 que superaven aquesta edat. A partir d'un qüestionari inicial que els mestres en formació van respondre a l'inici de l'assignatura de Didàctica de les Ciències I podem saber amb una mica més de detall quins són els seus antecedents relacionats amb la didàctica de les ciències i amb relació al joc.

Antecedents relacionats amb la didàctica de les ciències

Per a la majoria d'estudiants, la seva experiència prèvia més recent en ciències era en els estudis d'educació secundària obligatòria, tot i que 13 persones havien cursat el batxillerat científic o científicotecnològic. També cal destacar que un alumne provinent del grau de Biologia estava cursant l'assignatura com a optativa.

En demanar el grau d'interès pel que fa a les ciències al llarg de la seva escolaritat, entre l'1 (poc interessant) i el 5 (molt interessant), només dues persones del grup van puntuar amb un 5 el seu interès amb les ciències i 19 estudiants, amb un 4. D'altra banda, 16 estudiants van puntuar el seu interès amb un 1 o un 2 en l'àrea de les ciències.

En finalitzar el segon curs del estudis de mestre, l'alumnat ha d'escollir una especialitat que determina quines assignatures cursarà a tercer i quart curs, relacionades amb aquesta menció. Les persones participants de l'estudi —que ja havien pres aquesta decisió d'entre: llengua anglesa, educació inclusiva i atenció a la diversitat, interdisciplinarietat, música, i educació física— només 7 de les 64 van escollir la menció d'interdisciplinarietat que inclou diverses disciplines, incloent-hi les ciències.

Antecedents relacionats amb el joc

Concretament 39 estudiants del grup tenien experiència com a persones educadores en el món del lleure. Aquest fet ens semblava interessant de conèixer, ja que l'educació no formal en l'àmbit del lleure està molt vinculada a tenir coneixements sobre joc.

Tot el grup, excepte 3 estudiants, van valorar que el joc era important en l'ensenyament de les ciències, sobretot destacant-ne el caràcter motivador i de diversió. Tot i així, a l'afirmació "a través del joc es pot ensenyar qualsevol cosa", la majoria van respondre que no tot es pot ensenyar a través del joc, i algunes respostes més elaborades destaquen la necessitat de planificar molt bé el joc per tal que promogui l'aprenentatge.

5.2.2. Panorama general de les assignatures de Didàctica de les Ciències I i II

L'assignatura de Didàctica de les Ciències I

L'assignatura de Didàctica de les Ciències I va tenir lloc en el segon semestre del curs acadèmic 2017-2018, durant 14 setmanes, amb un total de 3,5 hores setmanals. A la taula 11 adaptada de Jiménez (2016) veiem com l'assignatura està organitzada amb 8 blocs que no segueixen un ordre estrictament cronològic, sinó que algunes fases ocorren simultàniament. Cada bloc contempla uns objectius educatius i els recursos a partir dels quals es vol promoure la construcció de coneixement. Aquests recursos es divideixen en dos eixos: per una banda, aquells recursos destinats a promoure la construcció del coneixement didàctic del contingut sobre l'ensenyament-aprenentatge de les ciències, i un segon eix, enfocat a recursos concretament sobre la construcció de coneixement didàctic del contingut a través del joc.

El bloc 1 serveix per explorar les idees inicials de l'alumnat sobre les ciències i la seva didàctica, i en aquest curs concretament també sobre joc i joc per ensenyar ciències, ja que és el tema d'interès de la recerca. A l'inici l'alumnat respon un qüestionari inicial per conèixer les seves orientacions i se'ls demana que dissenyin 5 activitats que formin una SEA sobre un tema de ciències adjudicat per sorteig (força de fregament, calor, so, llum o flotabilitat), i que una de les propostes sigui una AJ per tal de donar resposta al primer objectiu de recerca. En el bloc 2 s'introdueixen activitats per reflexionar sobre la naturalesa de les ciències i la construcció de coneixement científic. A continuació, el bloc 3 permet que l'alumnat adopti el rol d'aprenent de ciències, que es desenvolupa paral·lelament amb el bloc 4, en el qual reflexionen sobre la metodologia d'investigació i modelització, no només des de la fonamentació teòrica sinó reflexionant sobre la fase anterior. En el bloc 5 s'inclou una sessió orientada a introduir i conceptualitzar els jocs per ensenyar i aprendre ciències en coherència amb la metodologia d'investigació, modelització i argumentació. El bloc 6, vinculat al bloc 1 en el qual s'ha dissenyat la SEA inicial, permet un context de revisió i modificació de la SEA inicial introduint els nous coneixements apresos en l'assignatura. A continuació, el bloc fase 7 permet, igual que en el bloc 3, l'experiència com a aprenent d'un model d'ensenyament i aprenentatge de referència basat en la modelització; aquesta vegada sobre el tema d'ecosistemes, que inclou també tres propostes de joc. Finalment, en el bloc 8 es proposa un

context d'implementació de l'AJ dissenyada dins la SEA als seus companys i companyes de classe i la coavaluació d'aquesta pràctica.

Taula 11. Planificació de l'assignatura de Didàctica de les Ciències I de la UVic-UCC (Cursos 2017/18)				
Blocs	Objectius principals de l'assignatura	Eix 1: Principals recursos per promoure la construcció del coneixement didàctic del contingut sobre l'ensenyament-aprenentatge de les ciències	Eix 2: Recursos per promoure la construcció del CDC a través del joc	Sessions
1	Exploració del coneixement inicial de l'alumnat sobre epistemologia de les ciències, i l'ensenyament de les ciències.	<ul style="list-style-type: none"> - Qüestionari inicial - Disseny de la SEA inicial - Anàlisi de casos d'ensenyament i aprenentatge de les ciències 	<ul style="list-style-type: none"> - Exploració de les idees inicials sobre joc en el qüestionari inicial. - Disseny activitat de joc dins la SEA 	3
2	Introducció dels fonaments que caracteritzen la construcció del coneixement científic.	<ul style="list-style-type: none"> - Activitat <i>Mystery Tube</i> - Revisió històrica del descobriment de l'ADN - Reflexió sobre afirmacions relacionades amb la construcció del coneixement científic. 		1
3	Presentació d'un model d'ensenyament i aprenentatge de referència basat en la modelització. Seqüència d'investigació sobre la teoria corpuscular de la matèria.	<ul style="list-style-type: none"> - Construcció de models, revisió, usos. - Comparació dels models alternatius. - Presentació i usos d'eines per recolzar el DECV, l'argumentació... - Escriptura en la llibreta de ciències. - Prova escrita per avaluar les explicacions de fenòmens relacionats amb el canvi físic. 		7
4	Presentació i reflexió de les característiques principals de l'aprenentatge basat en la investigació i la modelització.	<ul style="list-style-type: none"> - Presentació dels fonaments teòrics de la part aplicada del mòdul. - Lectures del curs: llibre capítols, articles, etc. 		6

		- Prova escrita per avaluar l'anàlisi d'un cas d'aula.		
5	Presentació i reflexió de l'ABJ		- Sessió sobre jocs en el disseny d'una SEA	1
6	Revisió de la SEA inicial	- Anàlisi i revisió de la SEA inicial	- Revisió activitat de joc dins la SEA	2
7	Presentació d'un model d'ensenyament i aprenentatge de referència basat en la modelització. Seqüència d'investigació sobre el model d'ecosistemes.	- Desenvolupament i anàlisi de parts de les seqüències d'investigació sobre ecosistemes. - Activitats d'aula sobre ecosistemes. - Aplicació de les eines apreses respecte a modelitzar i investigar. - Investigació sobre les relacions dels éssers vius en un jardí de la universitat.	- Jocs sobre ecosistemes	3
8	Implementació d'una AJ	- Microteaching. Pràctica de l'AJ per promoure la construcció de models, als seus companys de classe. - Anàlisi i avaluació dels <i>coteaching</i> per part dels companys de classe.		2

L'assignatura de Didàctica de les Ciències II

L'assignatura de Didàctica de les Ciències II va tenir lloc en el curs acadèmic 2018-2019 durant 14 setmanes amb un total de 3,5 hores setmanals. Aquesta assignatura, enfocada a construir coneixement sobre l'avaluació, no ha estat íntegrament focus d'aquesta recerca. És a dir, exclusivament el context d'implementació d'una activitat de la SEA en una escola d'educació primària amb alumnat de tercer curs ha estat context de reflexió en aquesta tesi.

Es va demanar a l'alumnat que escollissin una de les activitats de la seva SEA per implementar en un context escolar real. Posteriorment se'ls va demanar que reflexionessin i avaluessin la seva pràctica.

Abans d'implementar el taller in situ, els mestres en formació van dissenyar una activitat d'exploració d'idees inicials, que enviaven a l'escola i se'ls retornava amb les respostes dels

nens i nenes. Aquesta activitat, relacionada amb l'activitat que desenvoluparien a l'escola, els permetia explorar els models inicials de l'alumnat.

Els tallers van tenir lloc en una escola de Vic en el marc de la Setmana de les Ciències. Els estudiants de mestre van disposar de 90 minuts per implementar una activitat de la SEA a un grup classe.

Després de la seva pràctica a l'escola van realitzar un treball escrit amb la finalitat de reflexionar sobre diferents moments de diàleg amb els nens i nenes.

5.2.3. Recursos de les assignatures per promoure la construcció del CDC a través del joc

Exploració de les idees inicials sobre joc en el bloc 1

A l'inici de l'assignatura es va enviar un qüestionari virtual per poder caracteritzar l'alumnat i conèixer la seva experiència prèvia sobre ciències, i les seves orientacions sobre ciències, la didàctica de les ciències, els jocs i l'ensenyament de les ciències a través del joc. Específicament sobre joc, hi havia les preguntes que mostra la taula 12.

Taula 12. Preguntes el qüestionari inicial relacionades amb el joc.

En funció de com t'imagines que els infants aprenen ciències, com valores el paper dels jocs en l'ensenyament de les ciències?

Explica breument la teva opinió sobre el paper dels experiments, els jocs i la cerca d'informació en l'ensenyament de les ciències?

Una mestra et diu que a través del joc es pot ensenyar qualsevol cosa, perquè el joc ajuda a motivar els infants. Què en penses d'aquesta afirmació?

Fes una llista dels deu primers jocs que et vinguin al cap.

Classifica els jocs de la pregunta anterior en diferents categories.

Quins d'aquests jocs que has dit anteriorment creus que podrien servir per ensenyar ciències? Argumenta breument la resposta.

Digues 3 jocs (encara que no siguin a la llista anterior) que faries servir per ensenyar ciències. Argumenta breument la resposta.

Disseny d'una SEA que incorpori una activitat de joc en el bloc 1

En la fase 1 l'alumnat va dissenyar l'AJ dins la seqüència d'activitats per promoure un tema de ciències en grups de 3 o 4 estudiants.

Jocs en el disseny d'una SEA per ensenyar i aprendre ciències en el bloc 5

En el bloc 5 es va dur a terme una sessió de 2 hores orientada específicament al joc. L'alumnat ja havia dissenyat una AJ dins la SEA i havia explicat les seves idees inicials sobre joc a la primera sessió de la fase 1. Aquesta sessió tenia la finalitat de conceptualitzar el joc, el joc en l'educació, i reflexionar sobre el joc per ensenyar i aprendre ciències en el marc de la metodologia d'investigació i modelització. La sessió estava organitzada en tres parts:

- 1) En primer lloc es va presentar la dinàmica de Babel de Robert Abbot, a partir de la qual es va reflexionar sobre els jocs per ensenyar ciències. La dinàmica de Babel és un joc en el qual has d'intercanviar les teves 10 cartes de pòquer amb la resta de jugadors per aconseguir la millor combinació. Entregar les combinacions de cartes (vegeu figura 15) al dinamitzador del joc, et proporciona un seguit de punts i noves cartes per intercanviar.

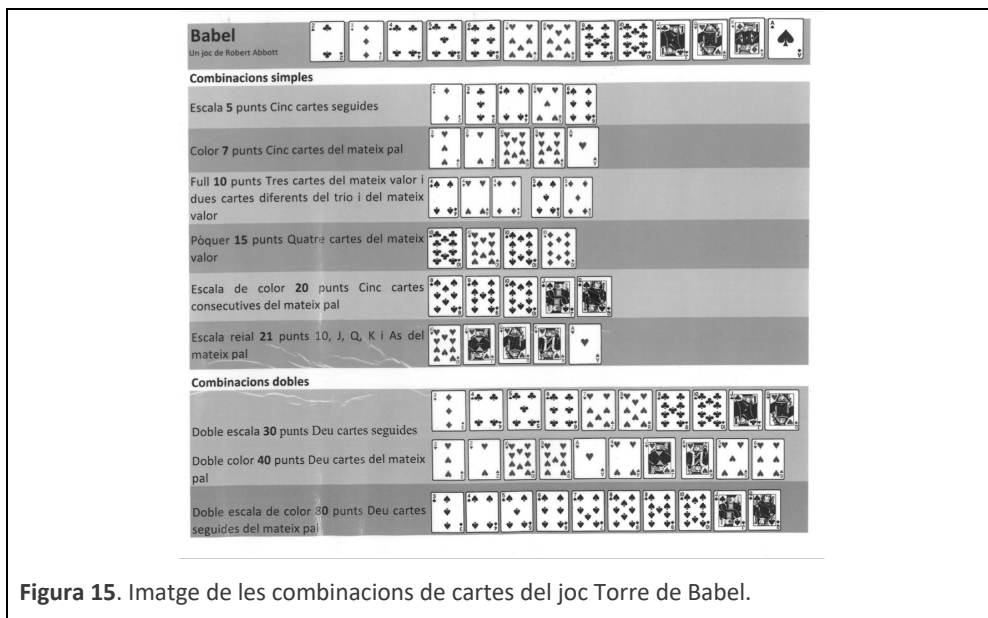
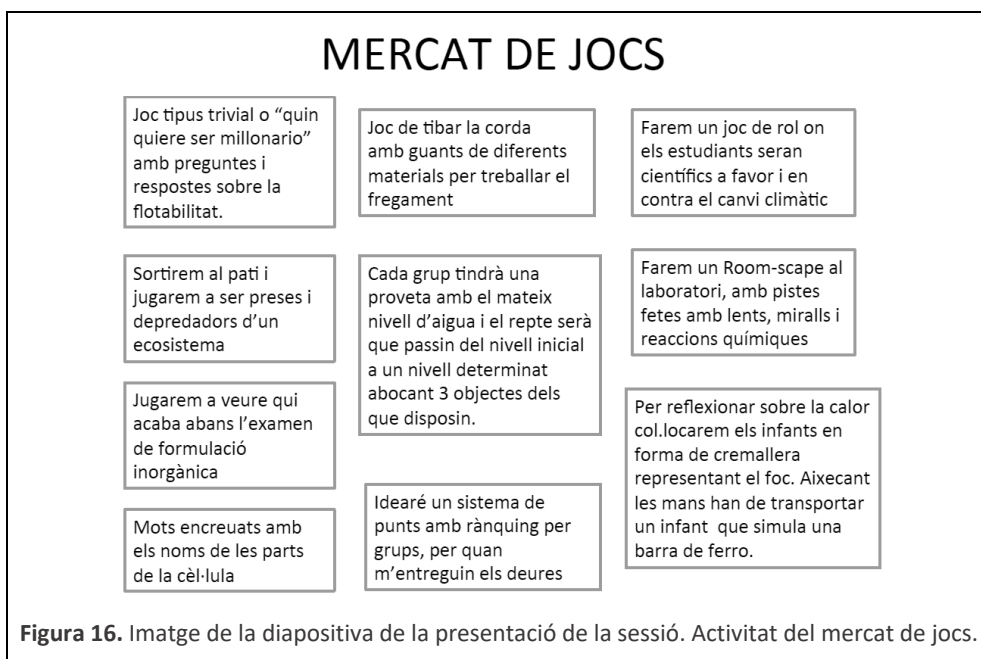


Figura 15. Imatge de les combinacions de cartes del joc Torre de Babel.

En finalitzar un temps limitat prèviament, cada jugador disposa d'uns punts que podrà fer servir a la subhasta de Babel. En el nostre cas, se subhastaven jocs de ciències, alguns dels quals havien dissenyat ells mateixos en la SEA inicial (vegeu figura 16). Per exemple, un joc tipus trivial amb preguntes i respostes sobre flotabilitat, o bé, un *escape room* amb pistes fetes amb llum, lents i miralls.



Amb aquesta dinàmica es volia fer reflexionar sobre les tipologies i classificacions de joc per ensenyar ciències, així com identificar diferències entre els jocs com el tipus de coneixement o metodologia d'aprenentatge que promouen.

- 2) A continuació, consensuar la definició de joc era important per excloure o incloure AJ que havien dissenyat a la SEA inicial. Vam presentar la definició de joc de Johan Huizinga, que marca 5 aspectes propis dels jocs, i seguidament es van presentar les múltiples formes en les quals el joc s'introdueix amb una finalitat educativa, com l'aprenentatge basat en el joc, la ludificació o els jocs seriosos.
- 3) Per finalitzar es van introduir algunes preguntes que cal tenir en compte a l'hora de reformular la seva AJ dins la SEA: (1) Té un objectiu definit i unes normes clares?; (2) És una activitat plaent i divertida?; (3) És coherent amb l'objectiu educatiu de l'activitat dins el cicle d'aprenentatge?; (4) Quines pràctiques científiques promou el nostre joc? Tenim en compte la dualitat de l'àmbit dels fets i les idees?; (5) Quin tipus de preguntes estem generant durant el joc? Són coherents amb la finalitat didàctica del joc?

Aquestes preguntes, sense discutir-les en profunditat, es van presentar a partir de la presentació *Power Point* de la sessió que se'ls compartí posteriorment.

Revisió de l'activitat de joc en el bloc 6

En la fase 6 l'alumnat va revisar i modificar l'AJ dins la seqüència d'activitats per promoure un tema de ciències, amb el suport i l'assessorament del professor de l'assignatura durant dues sessions.

Jocs sobre ecosistemes en el bloc 7

En la fase 7 es va fer una tercera sessió que incorporava contingut sobre joc. La finalitat d'aquesta fase era proposar una seqüència d'investigació sobre el model d'ecosistemes. Tres activitats d'aquesta seqüència eren AJ:

- 1) Becs d'ocells: Un joc per treballar l'adaptació al medi a través dels becs d'ocells. Es tracta d'un joc de relleus en grups, en el qual som ocells amb un tipus de bec concret (pinces de roba, pinces de cuina, pals xinesos, entre d'altres). L'objectiu del joc és aconseguir el màxim d'aliment possible. Un membre de cada grup ha de córrer fins a arribar a un espai delimitat on hi ha objectes de mides diferents que simulen el menjar. Amb el bec, el jugador ha d'agafar un aliment i portar-lo al niu. A continuació pot sortir el següent jugador a buscar un altre aliment, sempre sense tocar-lo amb les mans, exclusivament amb el bec.

Quan s'acaba el temps de joc de cada torn, els grups enregistren les dades a la seva graella indicant quin bec té el grup i quins aliments s'han recollit.

Aquesta activitat es repeteix un segon torn amb un bec diferent, i un tercer torn en el qual l'alumnat, segons les seves dades i les dades de la resta de grups, podrà decidir quin bec vol tenir. Aquesta activitat ens permet reflexionar sobre quines aus poden sobreviure amb més varietat d'aliments, sobre què passaria si un determinat aliment deixés d'estar disponible amb les aus amb diferents becs, entre d'altres.

- 2) El bosc dels senglars: Un joc per conèixer que la natura no és estàtica, sinó que els sistemes ecològics estan en canvi constant, i que les plantes i els animals fluctuen en relació amb les condicions del seu hàbitat. Es tracta d'un joc motriu en el qual els jugadors que fan de senglars busquen aliment, aigua i refugi per viure, que seran representats per altres estudiants. En funció de la quantitat de recursos disponibles, la població de senglars creix, disminueix o desapareix.

A cada torn, els senglars han de decidir quin recurs aniran a buscar. Si un senglar vol menjar, ha de col·locar les mans a la panxa; si vol aigua, les posa a la boca; i si vol refugi, posa les mans al cap. Igualment, cada participant que constitueix l'hàbitat, que és una quarta part dels jugadors inicials, decidirà en cada jugada quin recurs representa. Quant tothom estigui fent un gest es farà un senyal perquè els participants es girin i els senglars vagin a buscar el seu recurs.

Aquests recursos utilitzats es converteixen en cries de senglar al següent torn; en canvi, si no troben el recurs, es moren, es descomponen i queden integrats en el medi. Després de cada torn s'enregistrarà el nombre de senglars resultants i anirà sorgint un gràfic a partir del qual cal reflexionar sobre l'equilibri ecològic. Algunes observacions que es poden fer són: el creixement dels senglars fins que hi ha escassetat de recursos, que el nombre de senglars no és constant, o introduir la idea de capacitat de càrrega que pot suportar aquest hàbitat.

- 3) Joc de rol per prendre decisions ambientals: La situació inicial del joc era que s'havia aprovat una moció a l'Ajuntament de Vic amb la finalitat de promoure la biodiversitat urbana, i des de la Universitat es volia millorar la biodiversitat dels ocells en un espai de jardí. En el joc cada estudiant adoptava el rol d'un personatge i havien d'aconseguir convèncer la resta per invertir el pressupost en els interessos del seu personatge. Un exemple de personatge era el cap de manteniment, que volia mantenir el jardí net sense haver de patir pels excrements d'ocell i no tenir gaire feina de manteniment del jardí. Com a representant de la UVic-UCC, aquest personatge havia de fer una proposta de pressupost participatiu de 600 € d'acord amb la taula 13.

Taula 13. Element de suport de l'activitat de joc per fer el pressupost

Taules de pícnic	160 cm x 50 cm	400 euros
Caixes niu	Per a ocells com mallerengues	30 euros
Menjadores	On s'hi posa gra	15 euros
Plantes aromàtiques	De clima mediterrani	100 euros
Arbres	Caducifolis de mida petita	100 euros
Fonts decoratives	Que serveixen per fer més agradable l'espai	300 euros
Hotel insectes	75 cm x 35 cm	50 euros
Fonts per beure	Per a la gent que mengi en el jardí	100 euros

Llavors hi ha un barem de puntuació en funció de si s'aconseguia que en la proposta final consensuada hi hagués alguns d'aquests elements descrits a la taula. Cada personatge tenia un objectiu d'acord amb la seva funció.

Implementació de l'activitat de joc amb l'alumnat de la universitat en el bloc 8

En la fase 8 l'alumnat va implementar l'AJ als seus companys de classe. Les sessions tenien una durada de dues hores, en les quals 2 grups feien la presentació. Cada grup disposava de 40 minuts per explicar la seva SEA i implementar l'AJ. Durant la pràctica, en un context de microensenyament, els companys de classe adoptaven el rol d'aprenents, i en finalitzar l'activitat, se'ls demanava que avaluessin el disseny i la implementació dels seus companys a partir d'un qüestionari de coavaluació.

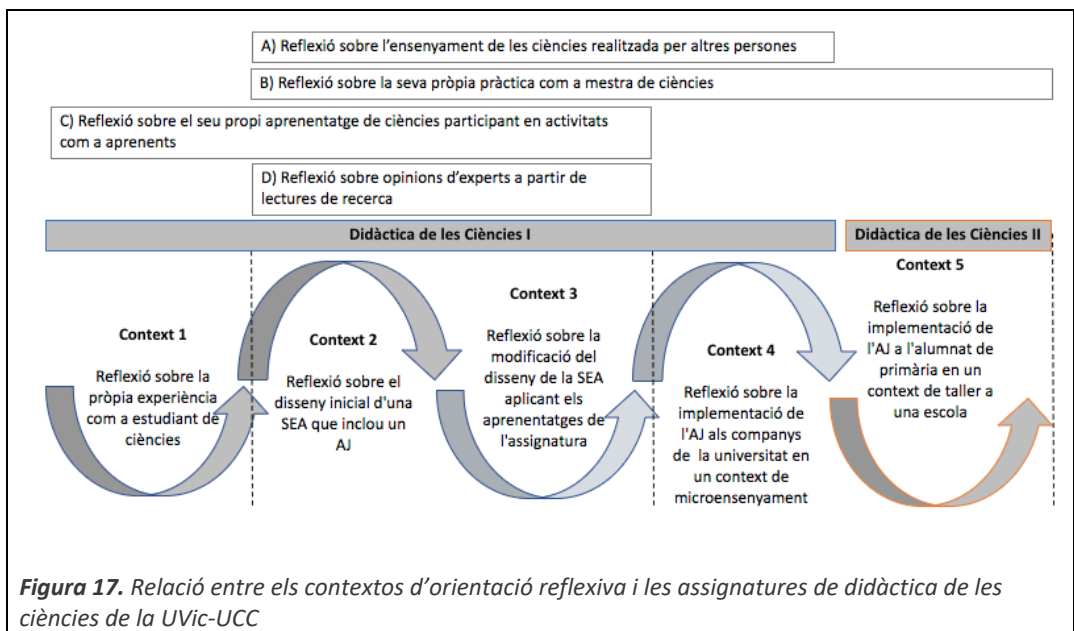
Implementació de l'activitat de joc amb l'alumnat de primària en el bloc 9

En l'assignatura de Didàctica de les Ciències II, l'alumnat va implementar l'AJ a un grup de nens i nenes d'una escola de primària. L'activitat d'implementació va tenir una durada de 90 minuts, en la qual cada grup tenia una aula i un grup-classe d'entre 3r i 4t de primària. Durant la pràctica, en un context de microensenyament, els futurs docents adoptaven el rol de mestres i en finalitzar l'activitat, se'ls demanava una autoavaluació per reflexionar sobre la seva pràctica docent.

5.2.4. Organització de les assignatures per contextos des del punt de vista de l'orientació reflexiva

Seguint les idees d'Abell, Appleton i Hanuscin (2010), les assignatures estan orientades a la reflexió, oferint quatre contextos únics però relacionats per reflexionar sobre: (1) l'ensenyament de les ciències realitzat per altres persones; (2) la seva pròpia pràctica com a docent de ciències; (3) el seu propi aprenentatge de ciències participant en activitats com a aprenents, i; (4) opinions d'experts a partir de lectures de recerca.

Com ja hem vist anteriorment, amb la finalitat d'organitzar les activitats de les assignatures i els moments de reflexió dels estudiants de mestre, s'han organitzat les dues assignatures en 5 contextos cronològics que faciliten la comprensió del procés d'anàlisi i discussió de la recerca (figura 17).



Una de les principals reflexions proposades a les assignatures rau a reflexionar sobre com altres mestres ensenyen ciències. Durant la primera assignatura, van poder reflexionar sobre la pràctica del seu professor en les propostes d'activitats d'indagació que es van proposar per situar-los com a estudiant. D'altra banda, se'ls van oferir lectures d'estudis de cas per poder analitzar i comparar pràctiques docents, i, finalment, en el context 4 se'ls va oferir un context de reflexió sobre la pràctica docent dels seus companys de classe. En segon lloc, reflexionar sobre la seva pròpia pràctica com a mestres de ciències ha estat un dels focus d'ambdues assignatures. Des del primer moment, a partir dels contextos 2 i 3 de disseny de les SEA, i a continuació en els contextos 4 i 5 sobre la implementació de l'AJ, se'ls ha proposat la continuada reflexió entorn de l'evolució de les seves orientacions didàctiques. En tercer lloc, reflexionar sobre el seu propi aprenentatge participant com a estudiant de mestre és quelcom que s'ha proposat en el transcurs de l'assignatura de Didàctica de les Ciències I, entre els contextos 2 i 3. L'alumnat ha viscut com a estudiants una seqüència didàctica sobre evolució i ecosistemes. Però també en el context 1 se'ls ha ofert l'oportunitat de reflexionar sobre la seva experiència com a aprenents durant la seva escolarització, donant l'oportunitat de començar l'assignatura situant-se i considerant unes orientacions didàctiques concretes. Per acabar, la reflexió sobre opinions d'experts a partir de lectures de recerca es va promoure al llarg de l'assignatura de Didàctica de les Ciències I, entre els contextos 2 i 3.

5.3. Enfocament metodològic de l'objectiu 1

El primer objectiu de descriure i identificar els canvis dels dissenys d'AJ entre l'inici i el final de l'assignatura de Didàctica de les Ciències I s'ha abordat a partir de l'anàlisi del contingut.

L'anàlisi del contingut és l'enfocament metodològic que consisteix a analitzar documents i textos per quantificar el contingut en categories predeterminades, de manera sistemàtica i replicable (Bryman, 2016). En aquest estudi ens centrem en un enfocament qualitatiu en l'anàlisi per tal d'obtenir significats de forma més holística (Kracauer, 1952, dins Young i Lee, 2014). Així doncs, entenem l'anàlisi qualitatiu del contingut mitjançant un ús sistemàtic d'un sistema de categories (Mayring, 2000). Aquest enfocament metodològic ens ha permès analitzar textos escrits, concretament els dissenys de les AJ dins les SEA, amb la finalitat de caracteritzar els jocs per ensenyar ciències. El contingut de les dades textuais s'ha interpretat a partir d'un procés de classificació sistemàtica de codis. La codificació des d'aquest enfocament de l'anàlisi del contingut preveu dos elements: dissenyar un quadre de codificació i dissenyar un manual dels codis. El primer es refereix al disseny d'una graella de codis, on es van entrant les dades analitzades i codificades, i el segon, a la descripció acurada de cada codi. En aquest cas, la codificació i categorització de les dades ha estat un procés inductiu - deductiu, que s'explica a continuació. Tal com afirmen Young i Lee (2014), l'anàlisi qualitatiu del contingut és flexible en l'ús d'enfocaments inductius, deductius o la combinació del dos en l'anàlisi de les dades en funció de l'objectiu de la recerca. En el nostre cas vam començar amb una anàlisi inductiva partint de la categorització de les dades, i paral·lelament contrastant les categories deductivament amb les teories, recerques i literatura existents.

5.3.1. Recollida de dades

Les dades per a l'anàlisi del primer objectiu general provenen dels dissenys de les SEA inicials i finals d'un total de 64 estudiants de l'assignatura de Didàctica de les Ciències I, organitzats en 20 grups de treball de 3 o 4 persones.

Com s'ha explicat en apartats anteriors, cada grup va elaborar una SEA inicial en el context 1 de l'assignatura i va entregar el mateix document revisat i modificat en el context 2, com es pot veure a la figura 18. Així doncs, es van recollir un total de 20 produccions inicials i 20 produccions finals.

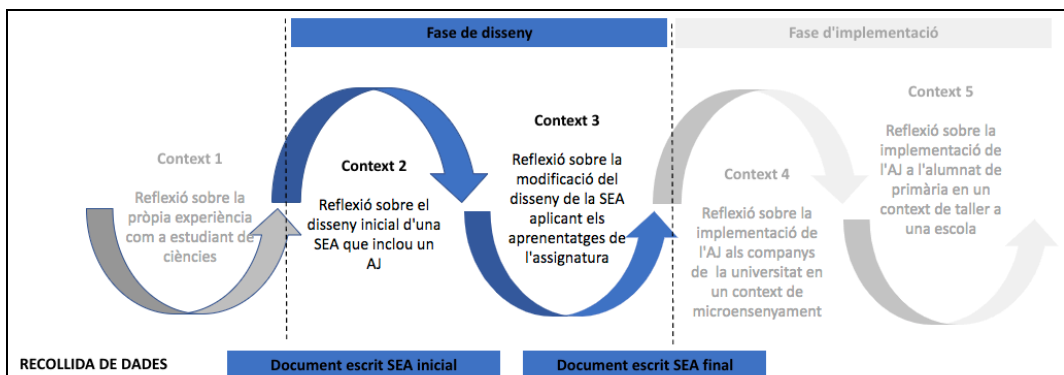


Figura 18. Procés de recollida de dades de l'objectiu 1

(Analitzar i mostrar com els dissenys d'AJ de ciències dins de SEA canvien en involucrar els mestres en formació inicial en l'assignatura de Didàctica de les Ciències I de la UVic-UCC).

La demanda concreta als estudiants era dissenyar una SEA que, com a mínim, contemplés 5 activitats, de les quals una havia de ser un joc. Es va facilitar un document tipus plantilla a l'alumnat per tal de guiar-los en la redacció de la tasca. En primer lloc, se'ls demanava que introduïssin el treball explicant 10 principis pedagògics generals importants en l'ensenyament de les ciències, i, a continuació, que detallessin les activitats tenint en compte el nom, l'objectiu, les idees que es treballen i la descripció de l'activitat. En tercer lloc, se'ls demanava que expliquessin com avaluarien la SEA i, finalment, les referències bibliogràfiques consultades.

Amb la finalitat de revisar i modificar les SEA, se'ls va facilitar un altre document (vegeu taula 14) per ajudar a revisar els deu principis pedagògics inicials, a analitzar la presència de pràctiques d'activitat científica i de bones preguntes, i a fer noves propostes de millora per a les activitats i l'avaluació.

Taula 14. Graella per a l'anàlisi de la SEA inicial

ACTIVITAT	TASQUES	ÀMBIT	PROCÉS D'ACTIVITAT CIENTÍFICA	TIPUS DE PREGUNTES	FORMULACIÓ DE LA PREGUNTA 0
Activitat 1					
Activitat 2					
...					

En l'anàlisi de les 20 SEA inicials i les 20 SEA finals, s'ha tingut en compte exclusivament l'AJ com a focus de la recerca, però també s'ha tingut en compte la funció didàctica de l'AJ dins la

seqüència. La taula 15 mostra la relació de temàtiques científiques seleccionades per les SEA dels diferents grups d'estudiants que inclouen calor, fregament, llum i so.

Taula 15. Relació de temes, grups i documents d'anàlisi			
Tema ciències	Grups	SEA inicial	SEA final
Calor	A1, A2, B1, B2	4	4
Fregament	A1, A2, B1, B2	4	4
Llum	A1, A2, B1, B2	4	4
So	A1, A2, B1, B2	4	4
Flotabilitat	A1, A2, B1, B2	4	4

5.3.2. Procediments, unitats i instruments per a l'anàlisi de dades per a l'objectiu 1

5.3.2.1. Procediments per a l'anàlisi de dades

Les dades van ser sotmeses a un anàlisi qualitatiu del contingut (Mayring, 2000) amb un procediment inductiu-deductiu, on s'han construït diferents categories agrupades en quatre dimensions: (1) la funció didàctica de l'AJ dins de la SEA; (2) el propòsit de l'AJ; (3) les normes del joc que delimiten els aspectes de grup, temps, espai i materials; i (4) les accions en relació amb l'activitat científica escolar, i en relació amb les accions de joc.

Prèviament a aquestes dimensions, en primer lloc es van identificar les AJ dins les SEA i es van classificar segons la tipologia. Existeixen moltes maneres de classificar els jocs, per nombre de jugadors, per espai on es desenvolupen, per l'acció que promouen, entre d'altres. En el nostre cas, vam classificar de forma inductiva les tipologies de joc i posteriorment vam acabar d'adaptar algunes tipologies amb la classificació que proposen Grafella i López (1997) segons l'activitat que es practica: 1) joc de taula; 2) joc motriu; 3) joc de construcció; 4) joc de preguntes; 5) joc de pistes o gimcana; 6) joc de llançament i; 7) joc de comunicació.

La taula 16 mostra el sistema de categories utilitzat per a l'anàlisi de les AJ dins la SEA de ciències. En el moment de generar els resultats quantitius de l'anàlisi d'aquestes categories i subcategories s'ha realitzat comptabilitzant-ne la presència o absència en les AJ.

Taula 16. Sistema de categories per a l'anàlisi d'AJ dins una SEA			
Dimensions	Categories	Subcategories	Codis

Dimensió 1 Funció didàctica (Jorba i Casellas, 1997; Sanmartí, 2002)	Exploració de les idees prèvies de l'alumnat		Activitat que té la intenció d'expressar quines són les idees inicials de l'alumnat sobre el tema.
	Introducció o obtenció de nova informació		Activitat que promou l'obtenció de nova informació per afavorir la construcció de nou coneixement.
	Estructuració i integració de nou coneixement		Activitat que té com a objectiu sintetitzar i estructurar els coneixements nous.
	Aplicació del coneixement		Activitat que té com a objectiu usar els coneixements apresos en un context nou.
Dimensió 2 Propòsit de l'AJ (Weitze, 2014)	No joc		No té objectiu lúdic.
	Importància en el contingut		Té un objectiu lúdic i un objectiu didàctic. Cal utilitzar el contingut científic per complir l'objectiu lúdic.
	Importància en el joc		Té un objectiu lúdic i un objectiu didàctic. No cal utilitzar el contingut científic per complir l'objectiu lúdic.
Dimensió 3 Normes del joc	Grup	Individual	Joc per una persona
		Petit grup	Joc per entre 2 i 5 persones
		Grup aula	Joc per tot el grup
	Relació entre participants	Competitiva	Si guanya un, perd l'altre
		Cooperativa	Tots guanyen o tots perden
		Cooperativa-competitiva	Un equip coopera amb el seus companys però competeix amb la resta de grups
	Temps	Estructurat	Els torns de joc estan limitats per temps.
		Semiestructurat	Es joc està estructurat pel temps, però no hi ha torns de joc definits.
		No estructurat	No es contempen torns de joc ni cap limitador de temps.
	Espai	Estructurat	Es delimita l'espai de joc
No estructurat		Espai de joc lliure i obert	

	Material	Estructurat	Es delimita el material a utilitzar
		Semiestructurat	Es deixa escollir algun dels materials a utilitzar
		No estructurat	Ús lliure dels materials

En relació amb la dimensió de funció didàctica de l'AJ dins la SEA es va decidir utilitzar les fases del cicle d'aprenentatge proposat per Jorba i Casellas (2002). En una primera instància, es va contemplar l'ús d'altres formes de planificació, com el cicle de modelització proposat per Schwarz et al. (2009), que organitzen les fases des de la perspectiva de l'aprenentatge basat en models. Però la dificultat requeia en el fet que en les SEA inicials no es contemplaven els models, per tant, no es podrien categoritzar les dades. Així, doncs, es va optar per una organització més generalista, aplicable a altres disciplines, per poder analitzar les dades de les SEA inicials i finals.

La segona dimensió fa referència als objectius de l'AJ. De forma inductiva es va observar que algunes AJ no tenien un objectiu lúdic, però sí que tenien una intenció didàctica. Es va detectar que els jocs per ensenyar ciències tenien una o dues tipologies d'objectius: lúdics i didàctics. A més a més, hi havia diferents maneres de posar-los en relació, en el cas que n'hi haguessin de dues tipologies d'objectius. Així que en aquest cas, la categoria va sorgir inductivament.

Una de les dificultats que vam tenir en definir la tercera dimensió sobre les normes de joc, era que en la classificació per absència o presència, era complicat reduir les subcategories. Per exemple, es podria haver categoritzat l'espai en funció de si era exterior o interior, o bé el material en fungible, o no fungible. Però aquesta categorització ens donava informació massa específica per comparar i extreure reflexions sobre la caracterització dels jocs. Finalment es va decidir adoptar el marc teòric de referència sobre la tensió entre estructura i agència per categoritzar el temps, el material i l'espai d'acord amb l'estructura més o menys flexible que delimita l'agència dels jugadors i jugadores, per poder reduir les dades i englobar-les en jocs més o menys estructurats.

Per acabar a la taula 17 podem veure la dimensió 4 sobre les accions. Aquesta dimensió està dividida en dues categories generals: les accions de joc i les accions per promoure l'activitat

científica escolar. Aquesta segona categoria la teníem molt clara des de l'inici, ja que l'assignatura promou aquestes pràctiques científiques escolars basades en un marc teòric de referència molt sòlid. En canvi, la dimensió de les accions de jocs va ser més complexa de categoritzar. Inicialment es va fer la proposta d'analitzar accions més concretes com: fer un torn de joc, o pensar una estratègia, però filar tan prim amb la diversitat de jocs que s'havien proposat era una opció poc encertada per treure caracteritzacions de jocs més generals. Així, doncs, es va decidir fer una codificació més simple, observant les AJ segons si promouen accions més mentals, és a dir, jocs més reflexius enfocats a pensar científicament, o bé pensar en estratègies per aconseguir l'objectiu lúdic, o si promouen accions físiques, és a dir, jocs motrius que promouen l'activitat física, o bé, si són jocs perceptius, en els quals el focus recau en l'escola, l'observació, o les olors, com per exemple jocs de mímica o el joc del telèfon.

Taula 17. Sistema de categories utilitzades per l'anàlisi de les AJ en SEA II				
Dimensions	Categories	Subcategories	Subcategories	Codis
Dimensió 4 Accions	Accions de joc (Van Nimwegen et al., 2012)	Accions físiques	Moviment suau	Accions que requereixen poc esforç físic. Per exemple, el desplaçament d'un material del joc, com llançar un dau
			Moviment físic intens	Accions que requereixen un esforç físic. Per exemple. córrer, saltar
		Accions mentals	Complexes	Accions que requereixen reflexionar. Per exemple escollir la textura que llisca amb més fricció
		Accions perceptuals	Pròpies del joc	Accions que requereixen utilitzar els sentits més enllà de la normalitat d'observar o escoltar. Per exemple, escoltar en el joc del telèfon
	Accions d'activitat científica escolar (Martí, 2016; Couso y	Àmbit de les dades	Obtenir dades	L'activitat promou un context d'observació i obtenció de dades empíriques
			Representar i analitzar dades	L'activitat promou la representació a través de taules o gràfics de les dades i la posterior anàlisi de les dades empíriques

	Garrido-Espeja, 2017)		Establir conclusions	L'activitat promou un context per explicitar les conclusions basades amb l'anàlisi de les dades empíriques.
		Àmbit de les idees	Usar el model per predir	L'activitat promou l'ús de la versió del model científic de l'alumnat per fer una predicció.
			Usar el model per explicar	L'activitat promou l'ús de la versió del model científic de l'alumnat per fer una explicació o descripció.
			Expressar el model	L'activitat promou explicitar el model parlant, dibuixant, escrivint de forma abstracta.
			Avaluar el model	L'activitat promou posar a prova el model analitzant el nivell de coherència amb les seves idees i la realitat
			Revisar el model	L'activitat promou fer més sofisticat el model.

Per analitzar la categoria d'accions que promouen l'ACE, es va dividir en accions de l'àmbit de les dades i de l'àmbit dels fets. Analitzar les accions d'ACE en les SEA inicials va ser més complex que en les finals, ja que com que s'havien tractat aquestes pràctiques durant l'assignatura, després de les modificacions el nivell de detall i ús d'aquest llenguatge era molt més ric i fàcil d'analitzar. Per analitzar les SEA inicials es van llegir les AJ i es van subratllar els textos que esmentaven aquestes pràctiques, encara que en algunes ocasions eren poc desenvolupades. Per exemple, en la figura 19 es mostra una exemple del document de la SEA final del grup B2 sobre la força de fregament. De color blau hi ha els aspectes que no formen part de la primera versió del disseny, sinó que es tracta de la informació afegida en base als nous coneixements sobre ciències i la seva didàctica. En aquesta exemple podem observar com el grup B2 ha introduït la idea de model i les pràctiques científiques de modelitzar.

ACTIVITAT 3: Carreres de cotxes

OBJECTIU:

- Amb aquesta activitat es vol fer entendre que la textura de la base de l'objecte o terra influeix en el desplaçament del cotxe.
- Introduir el model de textures mitjançant l'observació d'aquestes, amb lupes.
- Fer servir la plastilina per a representar i compartir els models mentals que tenen els infants sobre les textures.

IDEES QUE ES TREBALLEN...

- Les forces fan canviar l'estat de repòs o de moviment d'un objecte.
- Un objecte en moviment s'atura perquè hi actua una força de fregament
- El model de les textures.
- Les textures tenen relleus diferents.
- La textura influeix en la força de fregament que hi ha entre dos cossos que freguen entre ells.

DESCRIPCIÓ DE L'ACTIVITAT

En aquesta activitat continuem amb les agrupacions que ja havíem fet de 4 persones. En aquesta activitat dividirem l'alumnat en grups de 4. La mestra reparteix a cada grup 4 blocs de fusta, en forma de cotxe de joguina, explica als infants que jugaran a un joc de carreres de cotxes. Reparteix a cada grup una rampa de fusta (amb el mateix pendent) i deixa triar als infants un dels cotxes que hi ha en una caixa. El que no saben els infants és que cada cotxe té una base de diferents textures (una plastificada, l'altra amb herba artificial, l'altra amb una esponja, una feta de suro, etc.) una estructura amb diverses rampes de diferents textures (una plastificada, l'altra amb herba artificial, l'altra

Figura 19. Imatge del document de la SEA final del grup de força de fregament B1

5.3.2.2. Instruments per a l'anàlisi de dades

Com ja hem dit anteriorment, les dades es van classificar segons la presència o absència d'aquestes categories. A partir d'un document d'Excel es va introduir 0 o 1 en funció de l'absència (0) o presència (1) de la categoria.

Cada document d'Excel inclou les 4 AJ inicials i finals d'un tema de ciències. Així, doncs, es compta amb 5 documents d'Excel amb l'anàlisi d'aquestes categories. A la taula 18 es mostra un exemple concret de l'anàlisi de dos grups de mestres en relació amb les categories exposades prèviament.

Taula 18. Instrument d'anàlisi de les AJ inicials i finals. Exemple de les 4 AJ inicials i finals de flotabilitat.

Categories	Subcategories	Flotabilitat inici	Flotabilitat Final	A1i	A1f	A2i	A2f	B1i	B1f	B2i	B2f
Grup	Individual	0	0								
	Petit grup	0	0								
	Grup aula	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1
Relació entre participants	Competitiva	1	1	1			1				
	Cooperativa	0	0								
	Cooperativa-competitiva	3	3		1	1		1	1	1	1
	No especifica	0	0								
Temps	Estructurat	2	2	1			1	1	1		
	Semiestructurat	2	2		1	1				1	1
	No estructurat	0	0								

Un cop descrites les AJ a partir d'aquests documents, es va preparar una taula específica per poder il·lustrar les semblances i diferències entre totes les SEA per tema i per cada dimensió. D'aquestes taules n'han sorgit els gràfics exposats a l'apartat de resultats. La taula 19 mostra els resultats per a cada categoria d'anàlisi en relació amb el tema de ciències que tracten les SEA.

Taula 19. Instrument d'anàlisi de les SEA en relació amb el tema de ciències

			Calor	Flotabilitat	Fricció	Llum	So
Temps		Estructurat	15	10	10	5	0
		Semiestructurat	5	10	0	10	15
		No estructurat	0	0	10	5	5
AJ inicial	Material	Estructurat	20	15	5	15	15
		Semiestructurat	0	5	10	5	0
		No estructurat	0	0	5	0	5
Temps		Estructurat	10	10	15	10	15
		Semiestructurat	10	10	5	10	0
		No estructurat	0	0	0	0	5
AJ final	Material	Estructurat	15	10	0	10	10
		Semiestructurat	0	10	20	10	5
		No estructurat	0	0	0	0	0

5.4. Enfocament metodològic de l'objectiu 2

L'objectiu 2 consisteix a descriure i interpretar les expressions emocionals de tres grups de mestres en formació inicial d'educació primària mentre reflexionen sobre la seva experiència prèvia, de disseny i d'implementació d'AJ dins una SEA. Per tal de donar resposta a aquest objectiu, les experiències emocionals de mestres en formació han estat recollides i analitzades a través de l'enfocament metodològic de l'anàlisi del discurs dels mestres en formació durant els cinc contextos de reflexió de les assignatures Didàctica de les Ciències I i II.

Segons Gee (2004), les persones construïm identitats i activitats no només a través del llenguatge sinó utilitzant el llenguatge juntament amb altres aspectes. Per exemple, si pertany a un col·lectiu de persones concret, parlaràs, et comportaràs, actuaràs, interactuaràs, sentiràs i creuràs d'una forma concreta. Utilitzaràs un seguit d'eines, objectes, símbols, metàfores, tipus de llenguatge social, que promouran que reconeguem una identitat o una activitat d'una determinada manera. Doncs bé, segons l'autor, quan parlem de Discurs amb "D", a l'hora d'analitzar-lo cal contemplar la combinació d'aquests elements com a part del llenguatge. En aquest sentit, com a investigadors, la clau de l'anàlisi del discurs és la feina de "reconèixer" les experiències d'uns estudiants de mestre, quelcom que requereix més que l'anàlisi de "només" el llenguatge. Requereix entendre qui són, com actuen, com interaccionen en un determinat context.

L'anàlisi del discurs ens permet no només examinar els matisos de les expressions, sinó també el discurs en el qual es construeixen aquestes expressions (Hufnagel i Kelly, 2017). És a dir, que ens permet identificar, sobre quin tema, el tipus d'emoció, la propietat de l'emoció, però també entendre el com i el perquè s'expressen aquestes emocions.

Les expressions emocionals, que són aquelles emocions que s'expressen a través del discurs, és a dir del llenguatge en ús (Kelly, 2007), entorn un context social concret, han servit com a indicadors per identificar moments rellevants en el procés d'aprenentatge de mestres en formació. En aquest treball, quan parlem d'analitzar el discurs, ens referim a l'anàlisi del contingut del discurs, de la forma com és expressat i del context d'interacció on és expressat (Hufnagel, 2014).

Així, doncs, les expressions emocionals del Discurs amb “D” s’han analitzat contemplant aquesta visió àmplia de Gee (2004). L’anàlisi de les expressions emocionals s’ha desenvolupat a partir de les transcripcions de les reflexions enregistrades amb àudio dels grups focals. En aquest sentit, l’anàlisi del discurs no contempla aspectes com les expressions facials, o el to de veu, sinó que se centra a analitzar el contingut del discurs, de les expressions del llenguatge i les metàfores, tenint en compte el context.

Com a investigadora, el fet d’assistir a tots els grups focals permet l’anàlisi del discurs des d’immersió en la cultura del grup (Spradely, 1980), no només com a espectadora sinó també participant en la conversa, organitzant els torns de paraula (Green, 1983), cosa que en aquest cas ens ajuda a identificar les expressions emocionals dels alumnes amb més consistència.

Ens aproximem a l’anàlisi de les expressions emocionals tenint en compte que formen part del discurs d’una experiència passada, així doncs, no analitzem emocions in situ, sinó emocions del passat construïdes de forma col·lectiva. No és l’emoció que van viure, és l’emoció que expliquen que van viure. En la línia de Hufnagel (2015) i Kelly (2014), s’han identificat expressions emocionals a partir de l’ús del llenguatge, paraules emocionals i metàfores per determinar l’*aboutness*, els grups socials que representen l’emoció i el tipus d’emoció de les expressions.

En aquest sentit, vam demanar als estudiants que fessin un procés de recuperació intencional dels seus records de com van experimentar les ciències a l’escola. Segons Tulving i Thomson (1973), el procés de recordar es considera un resultat de la combinació de la informació del passat amb la informació present. En aquest procés de transformar un record en un coneixement conscient de l’esdeveniment original actual, intervenen diferents factors que poden alterar aquest record. En alguns casos, en els quals demanem reflexionar sobre una experiència llunyana, el problema del pas del temps podria provocar l’oblit per desús. També l’adquisició de nova informació pot haver provocat una superposició o inferència a la informació anterior. Per exemple, el record negatiu de l’assignatura de ciències durant el batxillerat pot provocar el record negatiu de l’assignatura de medi natural a l’escola primària, encara que hagi estat agradable. També hi ha altres distorsionadors a la memòria a causa de la influència dels coneixements, les creences i els sentiments en recuperar experiències anteriors. En altres paraules, el record de l’experiència passada està totalment influït per les orientacions del present.

En aquest sentit, aquesta recerca s'adreça a l'anàlisi d'expressions emocionals que emergeixen en el moment del grup de discussió, sobre experiències que van passar fa entre 1 i 3 setmanes (Context 2, 3, 4 i 5), o bé, fa uns anys enrere, en l'etapa d'educació primària i secundària (Context 1). Entenem doncs, que els elements de l'experiència passada (més o menys passada), estan associats amb les emocions actuals dels focus grup ja que el record està impregnat d'expressions emocionals,

5.4.1. Recollida de dades per a l'objectiu 2

Per fer el seguiment de les experiències emocionals dels grups es va utilitzar el qüestionari inicial individual, i tres focus grup en tres moments diferents de les assignatures amb els grups d'estudiants dels temes de calor, flotabilitat i força de fregament, per tal de reduir el nombre total de dades en l'anàlisi. Com es pot veure a la figura 20, el primer va tenir lloc després de dissenyar la SEA i quan ja havien passat un parell de setmanes de curs, el segon focus grup es va enregistrar en finalitzar la modificació de la SEA final i la implementació de l'AJ als seus companys i companyes de la universitat, i l'últim, en finalitzar la pràctica a l'escola.

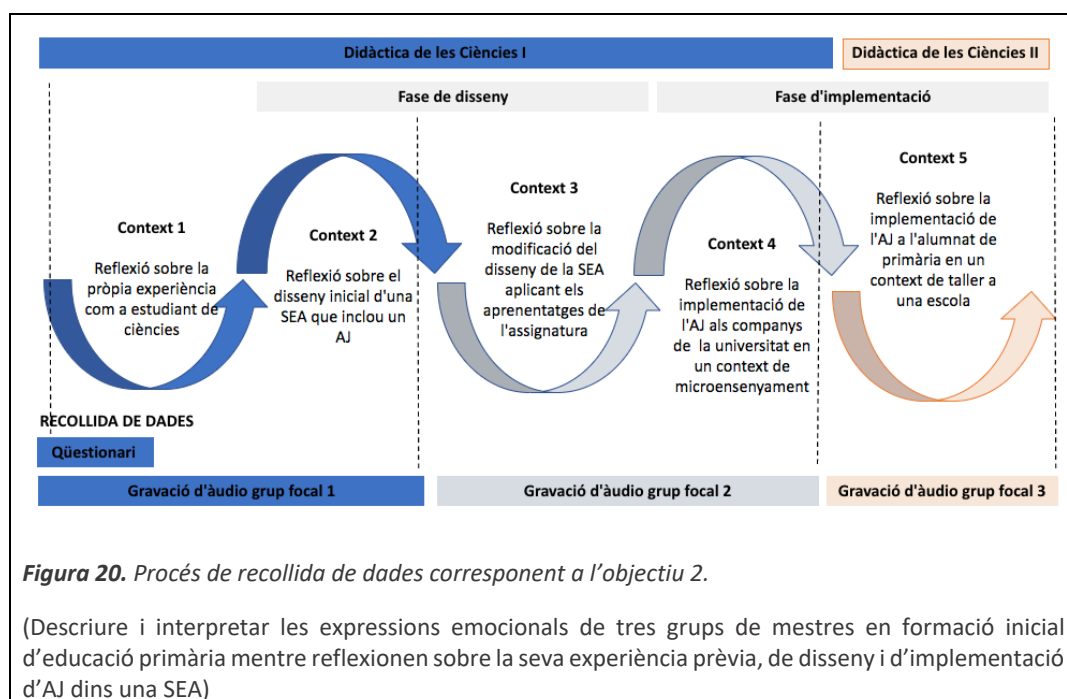


Figura 20. Procés de recollida de dades corresponent a l'objectiu 2.

(Descriure i interpretar les expressions emocionals de tres grups de mestres en formació inicial d'educació primària mentre reflexionen sobre la seva experiència prèvia, de disseny i d'implementació d'AJ dins una SEA)

Qüestionari inicial

Per tal de caracteritzar l'alumnat i de conèixer les seves orientacions pel que fa a les ciències, a l'ensenyament de les ciències i al joc, se'ls va fer un qüestionari inicial obert a través d'un formulari virtual amb les preguntes que es mostren a la taula 20.

Taula 20. Formulari virtual inicial de l'assignatura de Didàctica de les Ciències I
Quin batxillerat vas cursar? Quines assignatures de ciències vas fer al batxillerat?
Has realitzat (o estàs realitzant) algun grau científic o algun grau mitjà o superior relacionat amb les ciències? En cas afirmatiu, indica quin.
Quina menció/itinerari estàs cursant en aquests moments en el grau de mestre?
Tens experiència com a educador -a en el món del lleure? Quina experiència tens?
Com recordes el teu grau d'interès en relació amb les ciències al llarg de la teva escolaritat? (1 - poc interessant // 5 - molt interessant)
Vols ampliar o comentar alguna cosa sobre el grau d'interès de les ciències al llarg de la teva escolaritat?
Com recordes el teu grau d'interès en relació amb les ciències socials al llarg de la teva escolaritat? (1 - poc interessant // 5 - molt interessant)
Com recordes el teu grau d'interès en relació amb les matemàtiques al llarg de la teva escolaritat? (1 - poc interessant // 5 - molt interessant)
Com recordes el teu grau d'interès amb l'àrea de llengües (català, castellà i anglès) al llarg de la teva escolaritat? (1 - poc interessant // 5 - molt interessant)
Com recordes el teu grau d'interès en relació amb l'àrea artística (visual i plàstica, música, expressió...) al llarg de la teva escolaritat? (1 - poc interessant // 5 - molt interessant)<
Vols afegir alguna cosa més sobre la teva relació amb aquestes àrees al llarg de la teva escolaritat?
Com et sembla que les nenes i els nens construeixen coneixement sobre els fenòmens físics i naturals del seu entorn?
En funció de com t'imagines que els infants aprenen ciències, com valores el paper dels experiments en l'ensenyament de les ciències? (1 - poc important / 5 - molt important)
En funció de com t'imagines que els infants aprenen ciències, com valores el paper dels jocs en l'ensenyament de les ciències?

En funció de com t'imagines que els infants aprenen ciències, com valdria el paper de la cerca d'informació en l'ensenyament de les ciències?
Explica breument la teva opinió sobre el paper dels experiments, els jocs i la cerca d'informació en l'ensenyament de les ciències?
Una mestra de la teva escola et comenta que els infants aprenen ciències a través de la manipulació i que, per tant, cal preparar uns bons racons, plens de materials, perquè els infants puguin experimentar lliurement. Què en penses sobre aquesta opinió?
Una mestra de la teva escola et comenta que els infants per aprendre ciències necessiten motivació per aprendre i que el què és important és que ells triïn el tema i busquin informació sobre el tema escollit. Què en penses sobre aquesta opinió?
Una mestra et diu que a través del joc es pot ensenyar qualsevol cosa, perquè el joc ajuda a motivar els infants. Què en penses d'aquesta afirmació?
Fes una llista dels deu primers jocs que et vinguin al cap
Classifica els jocs de la pregunta anterior en diferents categories.
Quin d'aquests jocs que has dit anteriorment creus que podrien servir per ensenyar ciències? Argumenta breument la resposta.
Digues 3 jocs (encara que no siguin a la llista anterior) que faries servir per ensenyar ciències. Argumenta breument la resposta.

Grup focal

Un grup focal és una forma d'entrevista en la qual participen diferents persones que participen en l'estudi així com l'investigador. Les preguntes del grup focal se centren en un tema prèviament definit, i l'accent recau en la discussió i interacció entre el grup i la construcció de significat (Bryman, 2016). El focus grup ens permet l'oportunitat d'estudiar les maneres com els participants donen sentit a un fenomen i construeixen significats de forma grupal.

Es varen realitzar 3 focus grups que van tenir lloc com a molt una setmana més tard de l'acció de cada fase per intentar que reflexionessin de situacions recents. Els focus grup es van enregistrar amb gravadores de veu en espais reservats de la Universitat de Vic- UCC, i sempre estaven convocades les tres estudiants de cada grup i l'autora de la tesi com a investigadora,

que ja havia llegit el document escrit de les SEA. La finalitat dels focus grup era reflexionar sobre el seu procés d'aprenentatge en diferents moments de l'assignatura; és per això que cada focus grup començava amb una pregunta oberta per tal que expliquessin l'experiència de disseny, revisió o implementació de l'AJ. A partir del discurs que sorgia, s'anava parafrasejant o demanant aclariments per tal d'entendre bé les seves idees, però també en alguns moments s'introduïen noves preguntes per dirigir el discurs a temes d'interès per a l'anàlisi. A continuació, es detallen les preguntes realitzades a cada un dels tres focus grup.

Preguntes fetes al focus grup 1

- Com recordeu les ciències a l'escola?
- Com ha anat el disseny de la SEA?
- Per desenvolupar la proposta de SEA per on va començar?
- En quin moment va incorporar el joc en la SEA?
- Quines dificultats us va trobar a l'hora de pensar en el joc de ciències?
- Va pensar un joc que coneixíeu?
- Esteu satisfets de l'activitat de joc que heu dissenyat? Com l'avaluaríeu? Quins punts forts i dèbils té la vostra activitat/joc?

Preguntes fetes al focus grup 2

- Com ha anat la revisió de la SEA inicial?
- Quines modificacions heu fet?
- Quines dificultats us heu trobat a l'hora de revisar la SEA inicial?
- Quins moments de l'assignatura creieu que us han ajudat a fer aquests canvis?
- Creieu que el joc és un bon recurs per ensenyar ciències?
- Després d'haver fet l'assignatura us veieu capaces de dissenyar uns jocs per ensenyar ciències?
- Com ha anat l'activitat de joc amb els companys de la universitat?
- Heu obtingut el resultat que esperàveu?
- Com valoreu la vostra intervenció?

Preguntes fetes al focus grup 3

- Com ha anat l'activitat de joc a l'escola?
- Heu obtingut el resultat que esperàveu?
- Com valoreu la vostra intervenció?

- Canviaríeu alguna cosa de la intervenció o del disseny del joc?
- Creieu que necessiten el mestres per poder crear jocs de ciències?
- Creieu que el joc pot ser d'utilitat en l'àrea de didàctica de les ciències? En quins moments? Per a quines finalitats?
- En quina fase del cicle d'aprenentatge creieu que és més útil incorporar el joc?

5.4.2. Participants

En aquest segon objectiu general, es va decidir fer el seguiment d'un total de 12 grups, 4 del tema de calor, 4 del tema de flotabilitat i 4 del tema de força de fregament, per tal de reduir les dades de l'anàlisi i les hores de gravació.

Després de fer el seguiment a través dels grups focals i escoltar els enregistraments, es va decidir escollir els tres grups de tres estudiants de mestre de la temàtica de força de fregament, per fer l'anàlisi i la interpretació de les seves experiències al llarg dels 5 contextos que promouen les assignatures.

Els tres grups escollits han dissenyat la SEA sobre el mateix tema de la força de fregament, i han desenvolupat la seva AJ en els dos contextos d'implementació, la universitat i l'escola. El criteri de selecció d'aquests tres grups és triple: per una banda, cap grup estava obligat a implementar l'AJ a l'escola, així que no tots els grups van escollir implementar l'AJ, tot i que sí que vam realitzar els grups focals per saber el motiu pel qual no l'havien escollit; en segon lloc, era el tema de ciències amb més grups susceptibles a analitzar; i, finalment, els tres grups han participat en tots els focus grup reflexionant extensament sobre la seva experiència i aportant idees interessants i rellevants per a l'objectiu d'aquesta recerca.

El grup A està format per l'Alba, el Joan i el Jordi. Els tres membres del grup van accedir als estudis de mestre a partir del estudis de batxillerat social, i en el cas del Jordi, batxillerat científic. Tenen en comú que són aficionats a l'activitat esportiva i han treballat com a monitors esportius. Tot i les seves experiències prèvies negatives entorn l'aprenentatge de les ciències i les matemàtiques, sobretot a batxillerat, és un grup implicat en les assignatures de didàctica de les ciències.

El grup B està format per la Gisela, la Nora i la Neus. Les tres membres del grup han accedit als estudis de mestre a partir dels estudis de batxillerat social o artístic. És un grup molt unit i

amb molta empatia entre elles. Les tres han estat treballant cuidant mainada en entorns particulars o en entorn de lleure educatiu. La seva experiència inicial en ciències no és del tot negativa, però a trets generals consideren que les ciències no són el seu punt fort.

El grup C està format per la Mariona, la Judit i la Mireia. Les tres membres del grup han accedit a partir de cicles formatius i tenen experiències professionals més àmplies que la resta de grups. Les tres tenen experiències professionals vinculades a l'educació no formal, però concretament la Mariona té molta experiència en el món del lleure com a monitora i coordinadora d'activitats de lleure. Les seves experiències prèvies entorn a les ciències són positives o neutres, ja que tenen pocs records de la seva escolaritat.

Els membres dels tres grups estan caracteritzats amb més detall a l'inici de l'apartat de resultats d'aquest objectiu.

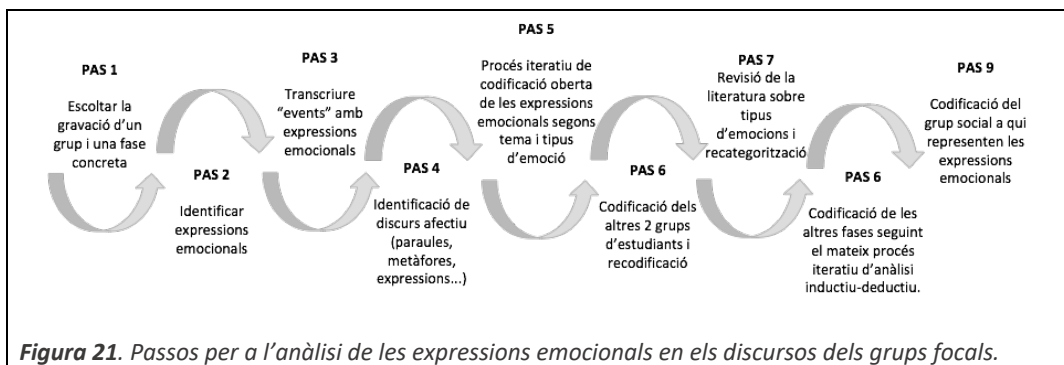
5.4.3. Procediments, unitats i instruments per a l'anàlisi de dades per a l'objectiu 2

5.4.3.1. Procediments per a l'anàlisi de dades

La pregunta de recerca d'aquesta part de la tesi fa referència a la identificació i interpretació d'experiències emocionals dels mestres en formació durant el grup focal en interacció entre ells i la investigadora, que indiquen un canvi d'estructura mental en relació amb les seves orientacions en quatre dimensions: 1) l'AJ, 2) l'activitat de ciències, 3) l'AJ de ciències, 4) les emocions de l'alumnat.

Per identificar i analitzar les experiències emocionals en el discurs dels focus grup es van tenir en compte les idees de l'article de Roth i Hsu (2012) on expliquen la manera d'observar dades verbals des d'un punt de vista etnogràfic. Roth i Hsu (2012) expliquen la importància d'interpretar els fenòmens tenint en compte el context. Aconsellen començar mirant les dades, descrivint què es veu i el tema que apareix en el discurs. Sense atribuir idees, pensaments, intencions, i emocions als participants, sinó fixar-se només en l'evidència. I triangular amb altres experts les dades per intentar reduir la influència de les nostres orientacions i experiències.

En el nostre estudi s'han seguit els següents passos (vegeu figura 21).



En primer lloc es va escoltar la gravació d'àudio del grup A corresponent al primer grup focal de l'assignatura i es van identificar moments interessants on s'expressaven *true emotions*, que són aquelles que s'expressen directament pel nom de l'emoció, com, per exemple, dir "A primària odiava les matemàtiques", o bé s'identificaven emocions pel context en el qual es donaven algunes expressions.

Com es pot observar en la taula 21, les transcripcions estan organitzades per: (1) la fase, que pot variar entre la 1 i la 5 corresponents a l'organització explicada a l'apartat d'organització de les assignatures; (2) l'instrument de recollida de dades, que correspon al número d'enregistrament del grup focal; (3) la persona que parla d'entre les 4 que formàvem part del grup focal en cada sessió; (4) el codi de la unitat de significat que correspon a la primera inicial de la persona que parla i al número d'unitat de significat seleccionat ordenat cronològicament, i; (5) la unitat de significat, que correspon a un fragment de transcripció expressat per un membre del grup focal rellevant per entendre l'experiència emocional del grup. Les unitats de significat canvien cada vegada que parla un nou membre del grup, o bé quan un mateix membre parla sobre dos temes d'interès diferents, com es pot veure en la següent taula amb en les US A13 i A14. Les transcripcions tenen en compte exclusivament el discurs, però no s'indiquen les pauses, to de veu, entonació, solapament, entre d'altres, ja que ens centrem a fer un anàlisi exclusivament del discurs lingüístic. Ens centre doncs, en les paraules emocionals, paraules intensificadores, significativitat de les paraules en el context, l'ús de metàfores, entre d'altres.

Taula 21. Exemple d'un fragment transcrit de la gravació del grup focal.

Fase	Instrument	Speaker	codi US	Unitats de significat
				També se'ns va fer difícil perquè cap de nosaltres, o bueno almenys en el meu cas, les ciències no les havíem treballat mai tant..., o sigui com a nens eh? Les classes havien set més magistrals de...bueno de llibre i jo me'n recordo que ens feien fer un esquema del que ficava
Fase 1	Focus Grup 1	Alba	A12	al llibre i estudiar-me l'esquema i ja està
Fase 1	Focus Grup 1	Joan	Jo9	sí sí [estudiar..]
				I Llavors se'ns fa com difícil perquè és com començar de zero. De vegades si tens una mica de referent o has crescut així és més fàcil.
Fase 1	Focus Grup 1	Alba	A13	Nosaltres ens vam trobar...
				Sempre intentes fer lo millor que pots però després de les classes
Fase 1	Focus Grup 1	Alba	A14	amb l'Arnau veus que... pues que hi ha moltes coses a canviar.
				Quan vam començar a mirar les formules tot això ja vam dir uuuh o sigui... Tots sabíem que ho havíem tocat un moment o altre però jo
Fase 1	Focus Grup 1	Joan	Jo9	ho veia...

Amb les transcripcions i escoltant els àudios al mateix temps, es van identificar expressions emocionals, paraules afectives o emocionals i metàfores que indicaven emocions. I a partir de les expressions emocionals detectades es van seleccionar esdeveniments per contextualitzar-les. Quan parlem d'esdeveniments, fem referència a un seguit d'unitats de significat expressades per estudiants de mestre durant el focus grup en interacció entre ells i l'investigador (Sewell, 1992), que ens indiquen un canvi d'estructura mental en relació amb les seves concepcions sobre com entenen les ciències, com s'ensenyen les ciències o com aprenen els nens i les nenes.

Després de seleccionar alguns esdeveniments que inclouen unitats de significat interessants per donar resposta a la pregunta de recerca 2, es va fer una primera codificació oberta de les expressions emocionals per temes que provocaven aquestes emocions i per tipus d'emoció. Amb aquesta primera proposta de codis, es van analitzar de forma iterativa els altres enregistraments de focus grup en la fase 1 de l'assignatura dels grups B i C. I posteriorment

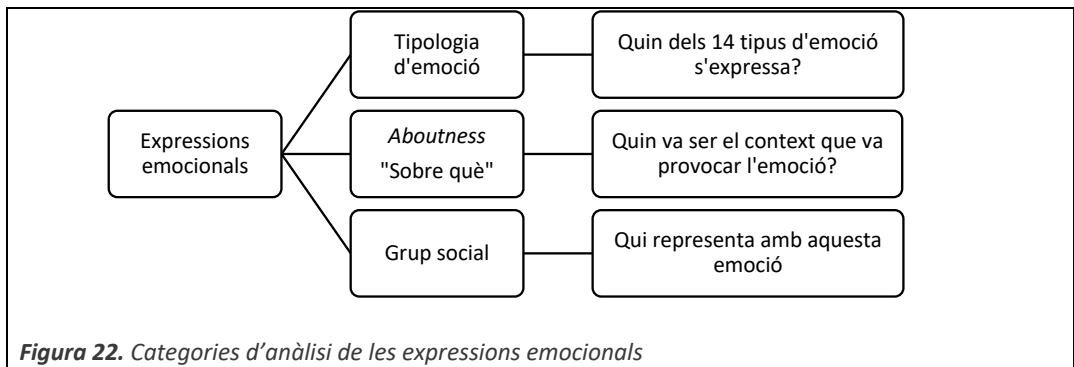
es va contrastar amb la literatura sobre tipus d'emocions esdevenint un procés d'anàlisi abductiu, per tal d'aconseguir construir una estructura de categories més o menys sòlida abans de revisar la codificació i anàlisi de totes les expressions emocionals identificades. Després de dur a terme aquest procés en les gravacions dels altres 2 grups focals per grup d'estudiants, es van examinar detingudament les expressions emocionals identificades i el seu context per comprendre el vincle social de cada emoció identificada. Per tal d'organitzar les dades en aquestes tres categories d'anàlisi es van afegir quatre columnes als documents d'Excel de les transcripcions (vegeu taula 22): (1) sobre evidències de l'expressió emocional; (2) el tema que provoca l'emoció; (3) el tipus d'emoció i; (4) el grup social a qui representa l'emoció.

Taula 22. Exemple d'un fragment analitzat segons dimensions d'anàlisi

Fase	Instru ment	Speake r	Codi US	Unitats de significat	Evidències emoció	Sobre què	Tipus d'emoció	Grup Social
					Text en forma de pregunta: I			
Fase 2	Grup	Gisela	Gis7	El primer dia que ens va dir, us ha tocat força de fregament, vam dir uaaaah! I això què és?	això què és? uaaah!	Contingut de força de fregament	ansietat	grup cooperatiu
Fase 2	Grup	Nora	No6	no volíem força de fregament	Negació			
Fase 2	Grup	Gisela	Gis8	Va ser l'últim tema que ens va tocar, crec que vam ser dels últims i vam dir osti tu, això, com ho fem? bueno anàvem perdudíssims i vam dir Arnau però què és això, no?	Text en forma de pregunta i teatralitzat Metàfora: anar perdut	Contingut de força de fregament	ansietat	grup cooperatiu
Fase 2	Grup	Neus	Ne9	Les coses que ens venien al cap era forces de fregament, el globus fregar-lo amb el cabell(riu), llavors un altre de, el típic d'estivar les tovalles(riu). Eren idees així.. Pensar que hi havia fricció entre un cos i un altre. I llavors				

				ja vam veure que no anava per aquí la cosa.				
				no?, I el primer dia vam fer un tastet del tema que tocava a cadascú, ens va portar uns blocs de fusta amb diferents textures, i com un llistó gros i els havíem d'anar inclinant i veure quins lliscaven més i menys. I vam dir " ja ho tenim ".				
Focus				De fet el nostre joc s'assembla molt a aquest.	Metàfora: ja ho tenim	d'estudiant	acomentament	grup cooperatiu
Fase 2	Grup	Gisela	Gis9					
				Llavors també vam fer curses de fregament en vertical, que teníem dos potets, un hi havia un pes a dins i l'altre no. L'Arnau va pujar dalt d'una cadira i ens va fer dir, la suposició, la hipòtesi de què passaria. I nosaltres vam dir caurà abans el que té més pes i llavors vam comprovar que no! I com que això ja ens va deixar les idees una mica més clares ja vam començar a preparar això (la SEA).				
Focus				clares ja vam començar a preparar això (la SEA).	Ha succeït un fet inesperat		sorpresa	grup cooperatiu
Fase 2	Grup	Neus	Ne10					

Així, doncs, les tres categories d'anàlisi que componen les expressions emocionals (vegeu figura 22) es detallen a continuació a l'apartat, juntament amb els instruments d'anàlisi de cada categoria.



5.4.3.2. Instruments per l'anàlisi de dades

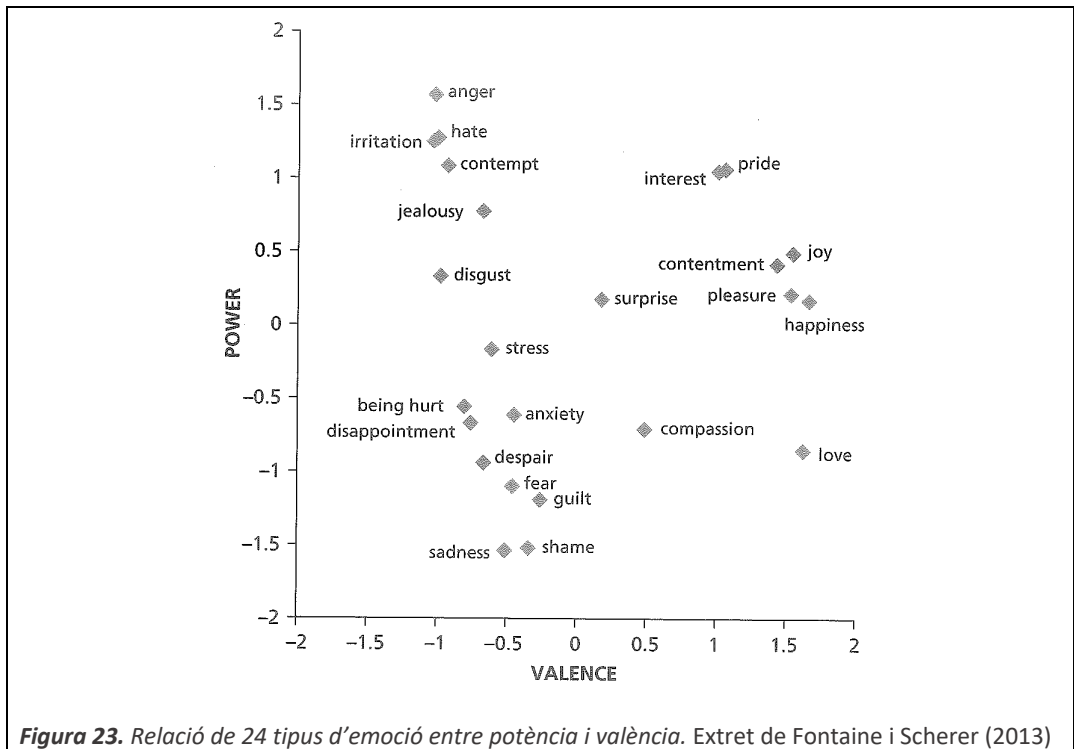
Tipologia d'emocions

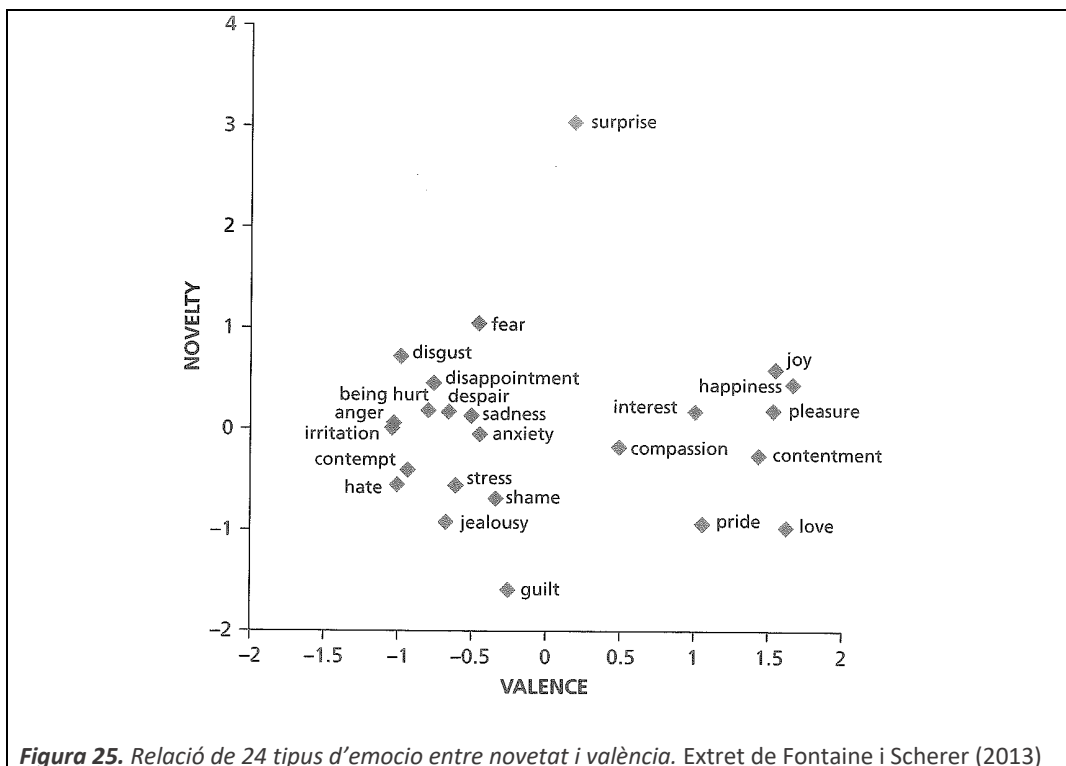
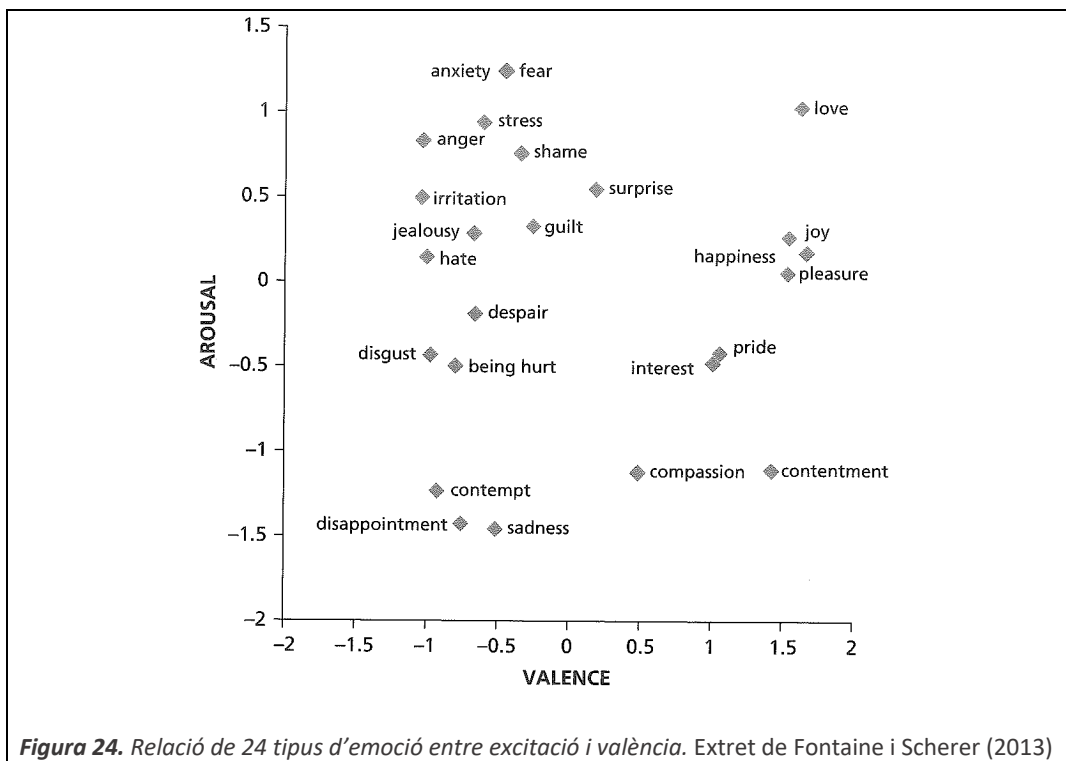
Segons Fontaine (2014), hi ha tres aproximacions psicològiques per analitzar l'emoció: l'enfocament dimensional, l'enfocament de l'emoció bàsica, i l'enfocament componencial. El primer, tot hi que hi ha diverses aproximacions, entenen la bidimensionalitat de les emocions entre positives i negatives (Watson i Tallegen, 1985; Russel, 1980; Larsen i Diener, 1992; Thayer, 1989). En canvi, l'enfocament basic de l'emoció, entén que hi ha un nombre d'emocions qualitativament diferents (ex. frustració, tristesa, felicitat, etc). El primer i segon enfocament, es diferencien entre ells, perquè l'enfocament dimensional, entén que l'experiència emocional bidimensional és el centre de l'emoció, mentre que en el segon, l'emoció és el resultat en resposta a un esdeveniment.

El marc componencial de l'emoció, que té similituds amb les aproximacions anteriors, proposa que, una emoció no és un estat específic ni un tipus de fenomen, sinó un procés en què aquests diferents fenòmens interactuen de manera coordinada. El marc componencial de l'emoció proposa que aquests fenòmens es refereixen a subsistemes bàsics del funcionament humà (anomenats components com valoracions, reaccions corporals, sentiments, expressions i tendències d'acció) que comencen a interactuar de manera coordinada en esdeveniments rellevants per a la meta per tal de preparar la persona per a una acció adequada.

Així doncs, enfocament componencial que adoptem com a referència, entén que l'emoció representa un patró de característiques, que representen l'activitat en cada un dels components de l'emoció.

Des d'aquesta aproximació Scherer (2005) proposa el paradigma GRID el qual preveu la identificació del tipus d'emoció explicitant les similituds percebudes entre algunes d'elles (per exemple ira, por i tristesa), a partir de quatre dimensions de valència (positives-negatives), potència, novetat i excitació. Les següents figures ens mostren la relació entre aquestes quatre dimensions.





Aquest instrument ens ha servit per diferenciar tipus d'emocions similars quan la codificació era poc clara, ja que en poques ocasions es tractava d'expressions que continguessin la paraula de l'emoció explícita. Barret (2006) utilitza el terme de *granularitat emocional* per descriure el rang d'habilitats per expressar una emoció. Per exemple, es pot identificar una expressió emocional a partir de la interacció social amb els altres, o bé pel tema que ha provocat l'emoció. Totes aquestes pistes ens portaven a identificar expressions emocionals potencials.

Amb la finalitat d'anomenar el tipus d'emoció que estaven expressant, es va fer servir una taula de treball (vegeu taula 23) per recollir les característiques i els exemples d'expressions emocionals referents a les 14 emocions seleccionades d'entre les 24 emocions que proposa el model de components exposat.

Taula 23. Document de treball del recull d'abouness organitzats per tipus d'emoció

Irritació	Irritació causada per: - perquè la mestra intervenia molt quant ells estaven explicant l'activitat
Odi	Paraula emocional expressada "odiava les matemàtiques"
Decepció	emoció de mitjana-baixa intensitat, fruit de la regulació d'una emoció més primària i espontània. Causada per: - no aconseguir un objectiu - acció inconsistent amb les seves expectatives - hagués volgut que algú li ensenyés millor - en sentir-se incompetent, - en sentir-se qüestionada, - adonar-se que no et va ensenyar com ara creus que s'hauria d'ensenyar
Desil·lusió	(+ negativa, + potència, + novetat, + excitació que decepció) emoció de mitjana-baixa intensitat, fruit de la regulació d'una emoció més primària i espontània. Causada per: - no aconseguir un objectiu - falta de motivació - en sentir-se incompetent, - en sentir-se qüestionada, - adonar-se que no et va ensenyar com ara creus que s'hauria d'ensenyar

Estrès	(més potència, però menys valència, excitació i novetat que ansietat) emoció generada per: - situació d'aula descontrolada - se sent nerviós -a i parla ràpid - manca de temps en el microensenyament - mala gestió del material en el microensenyament
ansietat	emoció de mitjana intensitat relacionada amb la frustració. Causada per: - una tasca difícil - en sentir-se incompetent - desconeixença del contingut - quan una situació és nova - quan un coneixement inicial contrasta amb nova informació, - quan passa quelcom que no esperaves (ex.: no hi ha el material que necessites)
por	emoció primària generada per; - sentir-se incompetent, creença de manca d'habilitats - una experiència negativa passada - desconeixença del contingut - emocions relacionades: inseguretat, dubte
vergonya	emoció primària causada per una inseguretat; - avergonyir-se per no saber un contingut de ciències - per no saber com aplicar un contingut de ciències
culpa	desencadenat per; -per allò que van fer malament durant el microensenyament
sorpresa	emoció primària causada per; - un esdeveniment inesperat - quelcom contrari al que esperaves - trobar la solució a una tasca de forma inesperada
interès	Interès per: - millorar la pràctica docent - aprendre a dominar l'aplicació del joc - intenció de canviar alguna cosa
orgull	Orgull desencadenat per; -l'èxit en assolir un repte difícil - valorar positivament un resultat en comparació amb els seus companys

acomentament	emoció primària generada per; <ul style="list-style-type: none"> - expectatives complertes - quan s'aconsegueix un objectiu - quan es fan conscients de l'evolució o canvi d'una idea o concepte - quan quelcom t'agrada o t'ho passes bé - viure una experiència útil - adonar-se que t'han ensenyat com creus que s'ha d'ensenyar
plaer	(més excitació i novetat que comentament) <ul style="list-style-type: none"> - expectatives complertes - plaer d'aprendre - quan s'aconsegueix un objectiu - quan es fan conscients de l'evolució o canvi d'una idea o concepte - viure una experiència útil

Aboutness “sobre què”

Per identificar les categories de l'*aboutness* es va dur a terme una anàlisi inductiva dels temes que provocaven les expressions emocionals detectades. La taula de categories es va anar modificant a mesura que s'avançava l'anàlisi de noves expressions de diferents fases. A continuació es presenten les categories i subcategories, amb la descripció del tipus d'expressions emocionals es codifiquen a cadascuna.

Taula 24. Descripció de les categories d'*aboutness* del Context 1

Categoria	Subcategoria	Descripció de la subcategoria	Exemple EE
Naturalesa de les disciplines	Servei al desenvolupament de la societat	EE relacionades amb la necessitat de la disciplina per al desenvolupament i avenços científics de la societat	"gràcies a la ciència es poden fer molts descobriments per millorar el nivell de vida de la societat i el medi ambient"
	Capacitat de generar plaer	EE relacionades amb què les ciències generen plaer	"la ciència és fascinant"
Experiències d'ea prèvia	Assignatura de matemàtiques	EE relacionades amb l'experiència escolar prèvia en matemàtiques	"odiava les mates no m'agradaven gens"

Assignatura de ciències	EE relacionades amb l'experiència escolar prèvia en ciències	"he trobat complicada aquesta assignatura i encara que hi poses molta atenció, en un moment o altre trobava un grau de dificultat força elevat"
	Suport de la mestra	EE relacionades amb el rol de la mestra en l'experiència escolar prèvia "i llavors (la mestra) em van dir "I perquè no canvies?" (de batxillerat)
	Ambient familiar prop de la natura	EE relacionades amb l'experiència en ciències en l'entorn familiar "aquesta passió per jugar al bosc i mirar el cel em regalen un llibre "el perquè de les coses" que me l'he llegit almenys 100 vegades. "
	Model didàctic	EE relacionades amb l'experiència prèvia de com els van ensenyar ciències "a la secundària no m'agradaven ni em motivaven ja que tot era teoria"
Autopercepció	Situació d'autosuperació Creença de manca de capacitats en ciències Creença de manca de capacitats en matemàtiques Detecció de les pròpies necessitats d'aprenentatge	EE relacionades amb l'autopercepció amb relació a les ciències "les ciències mai han estat el meu punt fort"

Taula 25. Descripció de les categories d'aboutness dels Contextos 2 i 3			
Categoria	Subcategoria	Descripció de la subcategoria	Exemple EE
Disseny SEA	Model didàctic de referència	EE relacionades amb tenir un model de com ensenyar ciències de referència	"el fregament no l'hem treballat en la vida. Sí, però amb fórmules"
	Força de fregament	EE relacionades amb el contingut de força de fregament	"per mi el fregament és una cosa que llisca per damunt d'una altra. Però no sé res més."
	Identificació de fortaleses/mancances del disseny de la SEA	EE relacionades amb la valoració del seu disseny de la SEA	"la contextualització era potent"
	Identificació dels canvis en el seu enfocament didàctic	EE relacionades amb la detecció del progrés en el seu enfocament pedagògic	"Jo ho veig totalment diferent de la idea que tenia de ciències"

	Moments de construcció del model didàctic de referència a l'assignatura	EE relacionades amb detectar moments significatius de l'assignatura per a la construcció de coneixement	"el tipus de classe que fèiem tipus fer performance i això també ens ha servit molt per entendre. Jo mai havia pensat que fent-ho així com una obra teatral es poguessin assolir tants continguts"
	Avaluació externa/suport professor	EE relacionades amb l'avaluació d'una persona externa al grup de treball de la SEA	"Arnau ens va haver de parar els peus i ens va dir "nono això és d'un altre grau"
	Valoració global del procés de construcció de la SEA	EE relacionades amb la valoració general de la SEA	"Realment no anàvem tant desencaminades"
Disseny AJ	<p>Repte d'alinear joc i aprenentatge de les ciències</p> <p>Repte de definir i conceptualitzar el joc</p> <p>Repte de fer conscient l'aprenentatge en el joc</p> <p>Repte de representar un model amb un joc</p> <p>Valoració global del joc per ensenyar ciències</p>	EE relacionades amb els reptes de dissenyar un joc per ensenyar ciències	"que tingui uns objectius, o sigui fer un joc per fer-lo al final no acaba servant per res"

Taula 26. Descripció de les categories d'aboutness dels Contextos 4 i 5

Categoria	Subcategoria	Descripció de la subcategoria	Exemple EE
Implementació del joc	Global implementació	EE relacionades amb la valoració general de la implementació	"la dinàmica i la idea és molt bona, però potser no va acabar de sortir per altres coses"
	Gestió del joc	EE relacionades amb la gestió d'elements propis del joc	"no hi havia pissarra i això va ser fatal"
	Gestió de l'activitat científica	EE relacionades amb la gestió de l'activitat científica escolar	"Realment les explicacions m'ha sorprès eh? Sent 3er tocant aquest tema, molt bé."
	Gestió expressions emocionals de l'alumnat	EE relacionades amb la reacció a les emocions de l'alumnat	"penso que les premisses, les instruccions del joc han quedat una mica difuminades perquè hi havia molt xivarri, estaven esverats"
	Avaluació externa	EE relacionades amb l'avaluació d'una persona externa al grup de treball durant la implementació	"va intervenir molt la mestra. No se semblava que tenia una mica de por de que..eh?"

Grup social

Un cop s'han categoritzat les expressions emocionals per *aboutness* i tipus d'emoció, s'ha observat el grup social que inclou l'emoció. Ens referim a tres possibles opcions de grup social: persona que expressa l'emoció, grup de treball cooperatiu, o grup classe (vegeu taula 27).

Les EE referides al jo són aquelles que es refereixen a una emoció pròpia de la persona que l'està expressant; les EE referides al grup de treball són aquelles expressions que es diuen en nom propi, però també inclouent els altres dos membres del grup, entenent que és una emoció compartida entre tots els membres del grup, i finalment les EE del grup classe fan referència a les emocions que inclouen tots els mestres en formació del grup de classe i que consideren una emoció generalitzada.

Taula 27. Codificació del grup social de les Expressions Emocionals	
Grup social	Exemple EE
Persona que expressa	<i>Es que ara ja ho canviaria tot jo. Vull dir que ara ja no faria res d'això.</i>
Grup de treball cooperatiu	<i>Perquè el tema fregament ens quedava molt lluny, realment no sabíem ven bé de què parlar.</i>
Grup classe	<i>Va ser la síntesi que tothom va dir, " ah vale ara..." saps?</i>

Un exemple de categorització que inclou els tres aspectes de l'expressió emocional és el següent figura 26, en el qual estan identificades per *aboutness* a la columna esquerra, per tipus d'emoció per la fila superior, i segones el grup social identificat a través d'un sistema de colors. El color gris identifica aquelles emocions que són individuals, les de color taronja les que inclouen el grup cooperatiu amb el qual treballen la SEA, el color vermell les que inclouen tot el grup classe, i de color verd, que inclou EE de les varies tipologies.

ABOUTNESS		EMOCIONS													
Subcategoria	Subcategoria	irrita ció	odi	dece pció	desil usió	estré s	ansie tat	por	verg onya	sorpr culpa	inter esa	orgul és	cont enta ment	plaer	alegr ia
Gestió del joc	Normes														
	Temps														
	Espai								1		1				
	Materials			1											
Gestió de l'activitat científica	Establir conclusions														
	Construir explicacions														
	Representació del model														
Gestió expressions emocionals de l'alumnat	Sobreexcitació de l'alumnat					5			1						
	Interès de l'alumnat												2		
	Trampes	1													
	Manca d'atenció en objectius			2		1									
	Alumnat passiu								1						
	Ús del material					1									
	Actitud competitiva			1											
Avaluació externa															

Figura 26. Expressions emocionals del context 5, grup C

5.5. Ètica i qualitat en el desenvolupament de la recerca

La recerca en el paradigma constructivista ha estat criticada per enfocaments positivistes per la seva manca d'objectivitat i qualitat. Guba i Lincoln (2005) exposen algunes solucions o criteris apropiats per mantenir la qualitat de la recerca qualitativa, tot i que també es posicionen a favor de situar un debat entorn a aquesta problemàtica poc resolta. Les autores proposen dos conjunts de criteris per mantenir l'ètica i la qualitat de la recerca qualitativa. Per una banda, els criteris de confiança de credibilitat, que permeten validar internament el procés d'investigació; de transferibilitat de la recerca, que permet fer una validació externa; de fiabilitat, i de confirmabilitat, que permet una validació objectiva. Aquest primer conjunt de criteris de confiança han estat ben rebuts, però "el seu paral·lelisme amb els criteris positivistes fa sospitar" (Guba i Lincoln, 2005 p.114). En segon lloc, les autores proposen els criteris d'autenticitat, en els quals centrarem la justificació de la qualitat d'aquesta recerca.

En primer lloc, la imparcialitat entesa com la possibilitat de donar veu a totes les parts implicades en la recerca per tal d'evitar un biaix. En aquest cas, la recerca ha contemplat la participació dels grups de mestres en formació en la reflexió del seu propi procés d'aprenentatge i la identificació de l'evolució de les seves orientacions didàctiques i la detecció de moments significatius per a la seva evolució. Aquest estudi ha previst el document de consentiment informat de tot l'alumnat inclòs com a participant de la recerca, que preveu

la divulgació de les dades sense mostrar el nom real dels participants. Per aquest motiu, els noms d'aquest document escrit són noms inventats.

D'altra banda, els investigadors implicats en l'estudi també han expressat la seva veu, no només pel que fa a la part de l'anàlisi de dades i la posterior interpretació i construcció de significats, sinó també en l'elaboració del marc teòric i metodològic. Concretament, l'autora de la tesi i el director de tesi Arnau Amat vam adoptar un rol actiu en tot el procés de recerca. L'Arnau Amat era el professor de l'assignatura de Didàctica de les Ciències I en el qual s'emmarcava la major part de la recerca, i jo vaig intervenir com a professora a l'assignatura en les dues primeres sessions referents al joc. A més a més, en la recollida de dades també es va adoptar un rol intencionadament actiu, com per exemple en la intervenció en els grups de discussió grupals que s'explicaran més endavant en aquest document. Aquest rol ha permès entendre amb més profunditat el context i interpretar les dades havent-les viscut en primera persona. Juntament amb l'Arnau Amat i la Mariona Espinet s'han consensuat i construït les categories d'anàlisi del primer objectiu de recerca, i la discussió al voltant del disseny de jocs per ensenyar ciències en la formació inicial de mestres. En segon lloc, amb l'Arnau Amat, la Mariona Espinet i l'Alberto Bellocchi, directors d'aquesta tesi, juntament amb l'Elizbeth Hufnagel, amb qui s'ha col·laborat per a la publicació d'un capítol de llibre, hem consensuat la categorització de les dades del segon objectiu d'aquesta tesi, amb la finalitat de coconstruir significats.

Sobre els criteris d'autenticitat ontològica i educativa, que fan referència al grau de consciència dels participants en la seva construcció personal en el procés de la recerca, i en comparació amb les idees dels altres: si entenem que cada persona es construeix a mesura que interactua i viu experiències amb els altres podem dir que al llarg d'aquesta recerca hem situat els participants en diferents contextos d'aprenentatge que hem fet conscients en diferents moments de reflexió grupal en els grups focals. Això ens ha permès generar teories de forma inductiva a partir del diàleg i la discussió entre els mestres en formació inicial. Amb la finalitat de mantenir la qualitat i el rigor en el procés de recollida i anàlisi de les dades s'han definit les categories d'anàlisi amb detall i s'ha explicat com s'han resolt les decisions conflictives en la codificació de les dades. En segon lloc, s'han contrastat les dades amb el marc teòric de referència introduint i recategoritzant algunes dimensions d'anàlisi com, per exemple, la tipologia de jocs, o bé els tipus d'emocions per ser coherents amb la literatura.

Per acabar, els criteris d'autenticitat catalítica i tàctica, que fan referència al potencial de la investigació per potenciar l'acció a través de processos d'avaluació o reflexió, o bé creant accions socials i emancipadores. En el cas d'aquest estudi, les reflexions dels grups focals també tenen una finalitat formativa orientada al canvi d'orientacions dels mestres en formació. Així com a nivell estratègic o tàctic, la recerca permet un seguit d'implicacions didàctiques que han de permetre millorar alguns aspectes de la formació inicial de mestres.

En relació amb la perspectiva interseccional de la recerca, s'ha tingut en compte un llenguatge inclusiu i respectuós, en la mesura del possible, amb l'ús de termes generalistes, intentant evitar l'ús excessiu del doble article "les i els" per no provocar una lectura dificultosa. Tenint en compte que el tractament de la interseccionalitat no rau només en el llenguatge i el gènere, en el marc teòric s'ha intentat vetllar per introduir visions de persones investigadores diverses en relació amb el gènere i la procedència. Quant al procés de recollida de dades s'han considerat les possibles relacions de poder entre estudiants i investigadors, i s'han emprat estratègies d'intervenció en el diàleg o l'ús d'espais coneguts, per empoderar les persones participants a dialogar amb llibertat realitzant els grups focals en un entorn segur, íntim i distès entre membres del grup i la investigadora.

5.6. Limitacions de l'estudi

En aquest estudi identifiquem quatre limitacions principals, sobretot referents al procés de recollida i anàlisi de dades. Els dissenys de l'AJ dins la SEA es van escriure en uns documents pautats per unes orientacions però que eren poc concretes, de manera que cada grup d'estudiants de mestre van explicar les activitats amb nivells de concreció i profunditat diversos. Una limitació de l'estudi és que algunes de les dimensions analitzades no van poder ser identificades o van ser interpretades en funció del tipus d'activitat que proposaven.

D'altra banda, els instruments utilitzats per analitzar i categoritzar les dades són una altra de les limitacions de l'estudi. Es basen en un marc inductiu i, per tant, han estat canviant contínuament, i, fins i tot ara, quan estic escrivint la tesi, observo algunes categories que modificaria o eliminaria. Si estudis futurs repliquessin l'estudi, caldria fer un esforç de recategorització més senzill.

En tercer lloc, a l'anàlisi de les experiències emocionals hi ha tres dimensions: *aboutness*, grup social i tipus d'emoció. S'ha posat el focus a l'*aboutness* perquè ens dona informació sobre els motius i les causes de l'emoció, però també perquè destacar el tipus d'emoció entre les moltes tipologies existents en els marcs teòrics de referència era una tasca molt complexa de fer amb les dades de només àudio de veu que teníem. Determinar que una expressió emocional és un tipus d'emoció determinat no és fàcil, ja que sovint manca informació explícita. Recordem que no es va preguntar directament als PST quines emocions estaven escoltant, i, per això, les emocions solen estar implícites en el seu discurs. Per tant, és possible que algunes expressions emocionals analitzades com un tipus d'emoció, com ara la decepció, siguin alhora interpretables per una altra emoció similar, com ara la desesperació.

Per acabar, volem assenyalar que, en general, no hem analitzat un grup molt ampli de participants, per la qual cosa és difícil arribar a conclusions generals sobre els objectius plantejats.

Capítol 6. Canvis en les activitats de joc. Resultats i discussió

El següent apartat de resultats respon al primer objectiu que orienta aquest treball, en el qual es pretén descriure i interpretar els canvis en els dissenys d'AJ en el marc d'una SEA entre l'inici i el final de l'assignatura de Didàctica de les Ciències I.

El disseny i la modificació d'una SEA és una de les activitats principals de l'assignatura que permet la construcció i l'evolució del coneixement didàctic del contingut de l'alumnat, i alhora esdevé una eina que ens permet avaluar les orientacions de l'alumnat en diferents moments de l'assignatura.

Els apartats d'aquesta capítol es divideixen en 5 seccions segons els objectius específics exposats al capítol 1 d'aquesta tesi. En primer lloc, a la secció 6.1 es descriu la funció didàctica de les AJ inicials i es compara amb la funció didàctica de les AJ finals. A continuació es descriuen els canvis segons la tipologia de joc que dissenyen els futurs mestres i es comparen entre l'inici i el final de l'assignatura. En l'apartat 6.3 es comparen els dissenys d'AJ en funció de les normes, que inclouen el temps de joc, l'espai, els materials i la relació entre els participants. Per acabar, a la secció 6.5 es descriuen els canvis en relació amb les accions de joc i les accions d'activitat científica escolar que promouen els jocs.

De forma transversal en tots els apartats es fa especial atenció a com el tema de ciències (so, calor, fricció, flotabilitat o llum) afecta cada aspecte analitzat amb l'objectiu de donar resposta al sisè objectiu específic, que fa referència a identificar les tendències entre les AJ i el tipus de tema científic que tracten.

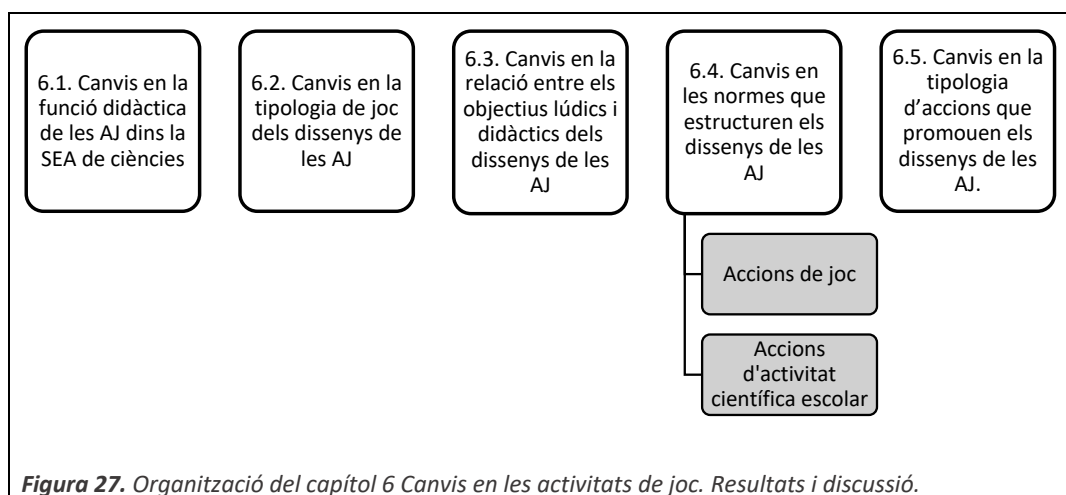


Figura 27. Organització del capítol 6 Canvis en les activitats de joc. Resultats i discussió.

A partir de l'anàlisi de les 20 produccions escrites a l'inici de l'assignatura, i de les 20 SEA modificades i entregades al final de l'assignatura, es detallen els resultats dels canvis en les SEA organitzats en 5 seccions estretament vinculades als objectius específics d'aquest primer objectiu (vegeu figura 27): 1) canvis en la funció didàctica dins la SEA; 2) canvis en la tipologia de joc; 3) canvis en la relació entre objectius de joc i objectius d'ensenyament de les ciències; 4) canvis en les normes que estructuraven l'AJ; i 5) canvis en les accions que promouen l'AJ. Tanmateix, el sisè objectiu, sobre descriure les tendències en la relació entre el tema de ciències i el disseny de l'AJ, es contempla de forma transversal en totes les seccions enumerades amb anterioritat.

A cada apartat es descriu l'objecte d'anàlisi en la SEA inicial i en la SEA final per, finalment, descriure els canvis en els dissenys, ja siguin per la incorporació de nous elements, per l'eliminació d'aquests o per la modificació de tota la proposta. En últim lloc, es fa referència a la influència del tema de ciències en relació amb el disseny de l'aspecte analitzat.

6.1. Canvis en la funció didàctica de les activitats de joc dins la SEA de ciències

Els resultats d'aquest apartat presenten els canvis en la funció didàctica de l'AJ en el conjunt de les diferents activitats de la SEA. Per analitzar la funció didàctica de cada SEA s'ha tingut en compte l'ordre i l'estructura de la seqüència de les cinc o més activitats, així com la descripció dels objectius de cada activitat per tal de determinar si l'AJ compleix: a) una funció d'exploració de les idees prèvies de l'alumnat; b) una funció d'introducció o obtenció de nova informació; c) una funció d'estructuració i integració del nou coneixement; d) una funció d'aplicació del coneixement, o bé; e) no compleix cap funció didàctica.

Com podem observar a la figura 28 el 85 % de les SEA inicials no segueixen cap estructura i les AJ no promouen una funció didàctica específica. Les activitats no estan dissenyades seguint un ordre cronològic progressiu, sinó que les activitats són inconnexes i aïllades entre si. Només el 15 % de les AJ compleixen una funció didàctica concreta d'estructuració i integració de nou coneixement (10 %) i d'aplicació del coneixement (5 %), que corresponen a les SEA de grups d'alumnat que prèviament han cursat una assignatura de la menció d'interdisciplinarietat del grau de Mestre de Primària en la qual han presentat les fases del cicle d'aprenentatge.

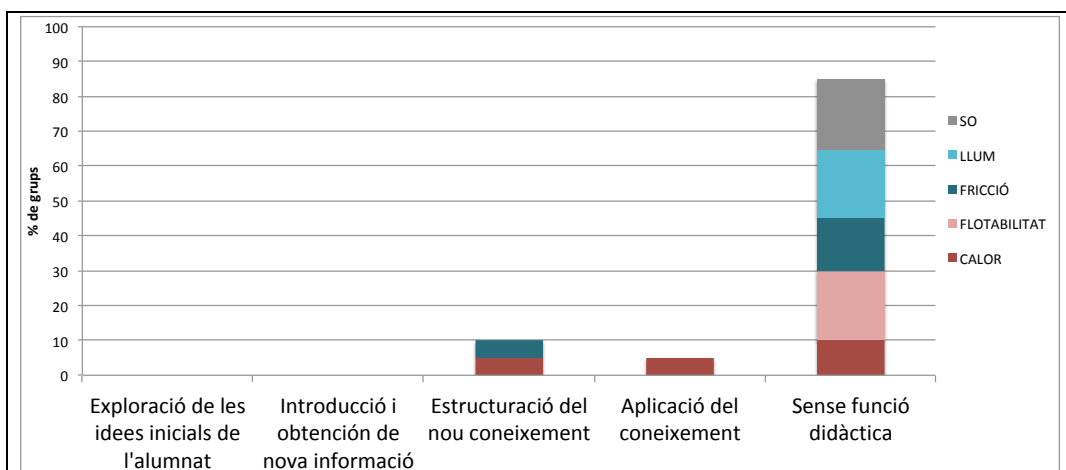


Figura 28. Funció didàctica de les AJ en la SEA inicial segons el tema de ciències.

Hi ha una tendència a dissenyar activitats que compleixen diverses funcions didàctiques, és a dir, una mateixa activitat pot introduir un contingut, dur a terme un procés d'investigació i alhora avaluar els aprenentatges. A més a més, són propostes poc concretes en diversos aspectes, com la identificació d'idees clau que es treballen a cada activitat o bé el detall de les pràctiques científiques, com la recollida i l'anàlisi de dades.

Al final de l'assignatura el 100 % de les AJ compleixen una funció didàctica específica i les diferents activitats proposades segueixen una seqüenciació que s'ajusta a les fases del cicle d'aprenentatge. Mentre el 60 % de les AJ compleixen la funció d'aplicació, el 40 % restant són dissenyades amb la intenció d'introduir nova informació (30 %) o estructurar el nou coneixement après (10 %)

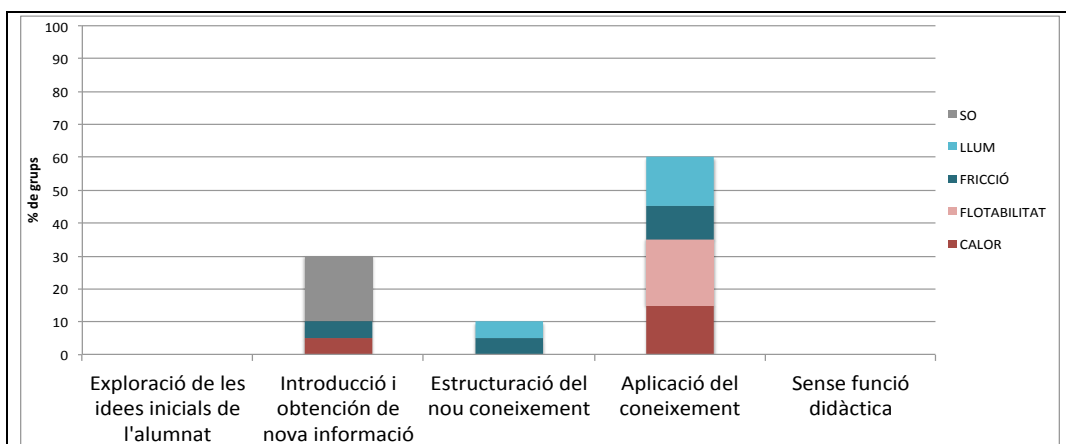


Figura 29. Funció didàctica de les AJ en la SEA final segons el tema de ciències.

Els estudiants de mestre han utilitzat diferents estratègies per dotar de seqüenciació les activitats de la SEA: (1) la incorporació de noves activitats per complir funcions concretes; (2) la divisió d'activitats dissenyades inicialment que complien més d'una funció; (3) l'eliminació d'algunes activitats que repetien la funció didàctica d'una altra activitat; (4) el canvi d'ordre d'activitats. En termes generals, l'assignatura ha permès que l'alumnat dissenyi AJ integrades a la seqüència d'activitats i coherents amb l'ordenació segons el model d'aprenentatge basat en la investigació i modelització, sobretot adoptant la funció d'aplicació de coneixement en un nou context com, per exemple, un joc de taula sobre el tema de la calor del grup B1 (figura 30) que consisteix a avançar per un recorregut de caselles fins a arribar a la meta responent correctament a un seguit de preguntes d'explicació o proves de representació relacionades amb la idea de la transmissió de la calor i la conductivitat dels materials. Cada jugador juga amb una fitxa d'un material concret i ha de respondre les preguntes en funció de la seva fitxa.

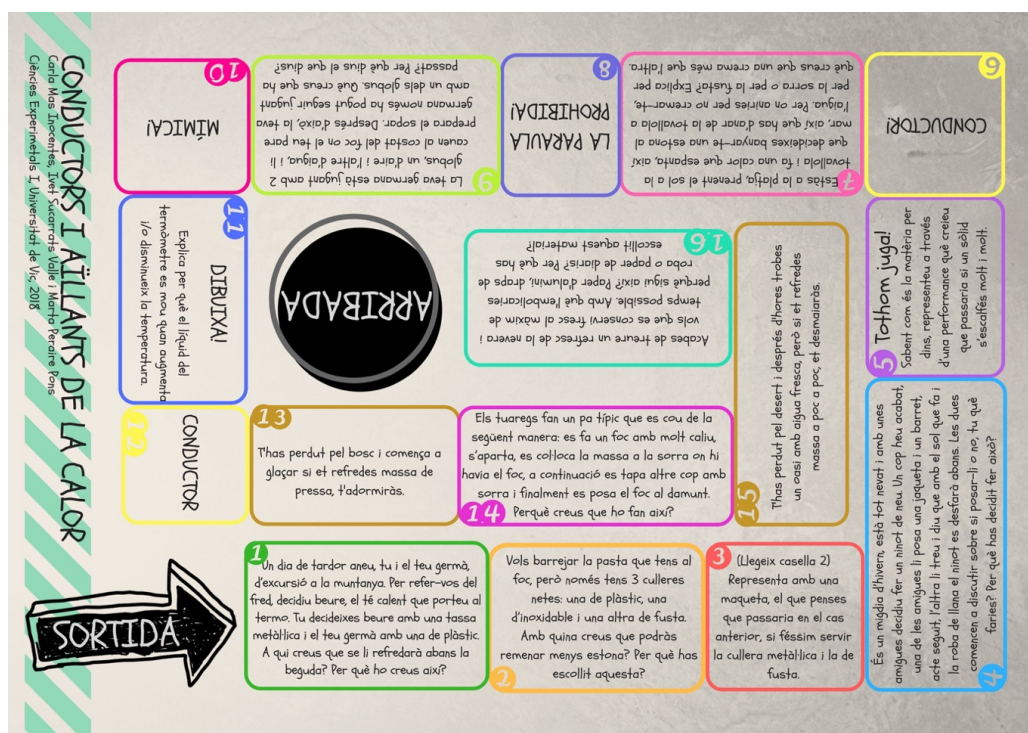


Figura 30. Imatge del joc de taula del grup B1 sobre la calor

En relació amb el tema de ciències, constatem que al final de l'assignatura el 100 % de les AJ que tracten el tema de ciències del so són activitats d'introducció de nova informació i totes les AJ de flotabilitat estan dissenyades per aplicar el coneixement en un nou context. En el cas dels tres temes de ciències restants, predominen les activitats d'aplicació, i no hi ha cap AJ que compleixi la funció d'exploració d'idees inicials. Amb aquestes dades podem deduir que el tema de ciències condiona la funció didàctica que desenvolupen.

Per exemple, l'AJ final sobre el so del grup A1 relativa a l'ambulància és una activitat situada a la fase d'introducció de nova informació, ja que el grup d'estudiants proposa una activitat d'investigació i modelització amb la finalitat de treballar la idea que el so es propaga en totes direccions. L'activitat proposa dos jocs en una mateixa activitat: el primer consisteix a esbrinar quin dels quatre dispositius amagats per l'aula està emetent un so, de manera que per cada encert s'obté una puntuació; el segon joc consisteix a escapar d'un so amb la dificultat d'anar amb els ulls tapats. Després de jugar a les dues propostes es preveuen preguntes com: "Què ha passat? Us ha costat molt saber per on venia l'ambulància?". Aquestes preguntes estan enfocades sobretot a extreure conclusions a partir de les evidències observades. Finalment, el grup proposa que l'alumnat dibuixi el so de l'ambulància i com creuen que es transmet el so.

D'altra banda, un joc d'aplicació seria el joc de flotabilitat final del grup B2, que planifica una AJ per aplicar els coneixements treballats en les activitats anteriors. Els alumnes proposen un joc competitiu amb equips, que consisteix a construir un vaixell que floti i un submarí que s'enfonsi, sense fer la comprovació a l'aigua, sinó que l'alumnat ha d'aplicar els coneixements de flotabilitat i densitat treballats per determinar quins materials disponibles cal utilitzar. El grup B2 puntualitza que, en cas d'empat, es valorarà l'equip que construeixi un submarí amb menys materials i un vaixell amb més materials.

D'acord amb aquests resultats podem donar resposta als objectius específics 1.1 i 1.6.

1.1.) Identificar els canvis en la funció didàctica de les AJ dins la SEA de ciències.

- Majoritàriament les AJ inicials són activitats aïllades i no compleixen cap funció didàctica dins la SEA.
- Totes les AJ finals compleixen una funció didàctica dins la SEA, seguint el cicle d'aprenentatge proposat a l'assignatura de didàctica de les ciències.

- Les SEA incorporen ordre i estructura i les AJ adopten una funció didàctica concreta dins la SEA, principalment d'aplicació.

1.6.) Identificar les tendències entre tema de ciències i dissenys de les AJ de forma transversal

- Totes les AJ de so adopten una funció d'introducció o obtenció de nova informació.
- Totes les AJ de flotabilitat compleixen una funció d'aplicació del coneixement en un nou context.

6.2. Canvis en la tipologia de joc dels dissenys de les activitats de joc

En primer lloc, es presenten les AJ organitzades per temes de ciències i per grup d'estudiants de mestre que l'ha dissenyat. Com veiem a la taula 28, les AJ de calor són majoritàriament jocs de taula, i tenen la finalitat de treballar la idea de conductivitat dels diferents materials.

Taula 28. Activitats de joc de calor

Codi grup	AJ inicial	AJ final
A1	Joc de taula. És una versió del joc comercial "¿Quién es quien?". Les caselles són materials aïllants o conductors, com la fusta, el metall, el plàstic, entre d'altres. L'alumnat ha de fer preguntes sobre la conductivitat dels materials per esbrinar el material correcte.	Joc de taula. És una versió del joc comercial "¿Quién es quien?". Les caselles són objectes fets de materials aïllants o conductors, com una ampolla de plàstic, una cullera de fusta o una olla metàl·lica. L'alumnat ha de fer preguntes sobre la conductivitat dels materials per esbrinar el material correcte amb el suport d'un guió.
A2	Joc d'estacions. És una gimcana amb diferents proves com fer exercici físic intens o jugar a cartes, amb la finalitat de mesurar la temperatura corporal.	Joc d'estacions. És una gimcana amb diferents proves com fer exercici físic intens o jugar a cartes, amb la finalitat de mesurar la temperatura corporal.
B1	Joc de taula. És una versió de dos jocs comercials el "Monopoly" i el "Party and co". Consta d'un tauler de joc amb un circuit de caselles. A la casella on et fa aturar el dau hi ha un repte a aconseguir relacionat amb el tema de la calor.	Joc de taula. Igual que en la versió inicial, però han definit amb més detall les normes del joc i les activitats de cada tipologia (mímica, pregunta,...)

B2	<p>Joc de taula. És una versió del joc comercial “Bingo”. La targeta de cada alumne té uns números que fan referència a punts d’ebullició. La mestra mostra matèries, i l’alumnat ha d’encertar i tapar el punt d’ebullició correcte.</p>	<p>Joc motriu. Versió del joc tradicional d’atrapar. El joc permet simular les partícules a diferents temperatures. Les dues parelles que atrapen són partícules a temperatura alta o baixa, en atrapar les partícules a temperatura ambient (resta de jugadors) es condueix la calor i adopten la mateixa temperatura, excepte si estan a la zona de materials aïllants que els permet salvar-se.</p>
----	---	--

Les AJ de flotabilitat adopten diverses tipologies de joc, tal com podem veure a la taula 29. Els jocs de construcció i els jocs de pregunta amb múltiple resposta són els més utilitzats per treballar la idea que els materials suren o s’enfonsen en funció de la seva densitat.

Taula 29. Activitats de joc de flotabilitat

Codi grup	AJ inicial	AJ final
A1	<p>Joc de taula. És una versió del joc comercial “Trivial”. Consta de preguntes amb resposta múltiple sobre flotabilitat i densitat.</p>	<p>Joc de construcció. A partir d’un recipient transparent i diferents materials amb els quals s’ha de construir un vaixell amb el màxim de material, però que no s’enfonsi. Cada material dona uns punts concrets.</p>
A2	<p>Joc tipus gimcana. És un joc de diferents estacions que proposa petits experiments sobre flotabilitat.</p>	<p>Joc de preguntes a partir de la plataforma virtual Kahoot. Es proposen preguntes amb múltiple resposta sobre flotabilitat. L’alumnat respon a partir dels seus telèfons mòbils. El joc valora la correcció i la rapidesa en la resposta.</p>
B1	<p>Joc de preguntes a partir de la plataforma virtual Kahoot. Es proposen preguntes amb múltiple resposta sobre flotabilitat. L’alumnat respon a partir dels seus telèfons mòbils. El joc valora la correcció i la rapidesa en la resposta.</p>	<p>Joc de preguntes a partir de la plataforma virtual Kahoot. Es proposen preguntes amb múltiple resposta sobre flotabilitat. L’alumnat respon a partir dels seus telèfons mòbils. El joc valora la correcció i la rapidesa en la resposta.</p>
B2	<p>Joc de construcció. A partir de materials variats, han de construir un vaixell que floti i un submarí que s’enfonsi. Es proposen preguntes com: quina materials</p>	<p>Joc de construcció. A partir de materials variats, han de construir un vaixell que floti i un submarí que s’enfonsi, sense poder-ho comprovar. L’equip que aconsegueixi</p>

utilitzarem? Què passa si variem la enfonçar el submarí amb menys material i fer flotar el quantitat de sal? vaixell amb més material guanya.

A la següent taula 30 es detallen els jocs que tracten el tema de la força de fregament, els quals adopten una tipologia de joc de lliscament al final de l'assignatura. Amb la finalitat de mostrar que hi ha una força en direcció contrària a l'objecte lliscant, els jocs proposen variables diferents, com les textures, la inclinació de la rampa o la superfície de la rampa.

Taula 30. Activitats de joc de fregament

Codi grup	AJ inicial	AJ final
A1	Joc motriu tradicional. És una versió de tibar la corda, però tibant una caixa per tal de veure la fricció.	Joc de lliscament. Els alumnes trien en quin ordre col·loquen les superfícies en la trajectòria de la pilota per determinar la distància que s'atura. Guanya la partida l'equip que s'apropa més al punt marcat. Tot seguit hi ha preguntes per reflexionar sobre el que hem observat i què podem concloure.
A2	Joc de lliscament. Curses de bòlids que construeixen els participants a partir de textures diferents. Els resultats de les curses es cronometren. El grup proposa una activitat posterior per a la reflexió sobre les curses.	Joc de lliscament. Es fa una subhasta on els estudiants decideixen quina peça, amb una textura determinada, comprar per tal de lliscar ràpidament per una rampa de fusta. Posteriorment les peces de cada grup es llancen per la rampa i les dades es recullen en una taula a la pissarra. La textura que ha trigat menys temps a córrer la rampa guanya la partida. Després, reflexionen sobre els diferents resultats i sobre l'explicació de per què unes textures llisquen més ràpid que d'altres.
B1	Joc lliure. Els participants trien lliurement diferents estructures amb textures per lliscar per la rampa i veure què passa.	Joc de lliscament. Els participants trien lliurement un cotxe per lliscar per la rampa i fer-lo arribar el més lluny possible. Els participants posen a prova els resultats dels diferents cotxes i els anoten al seu quadern. Després, els alumnes tenen l'oportunitat de canviar de cotxe fins a tres vegades. Finalment se'ls pregunta quin cotxe han triat en diferents rondes, què es pot concloure de les dades recollides i com paren determinats cotxes abans que d'altres.
B2	Joc lliure. Es proposa el material de les rampes i materials per lliscar sobre les rampes i es pregunta què	Joc de lliscament. Els jugadors han de deixar anar una pilota per tal de fer punteria a una distància concreta que els atorgarà una determinada puntuació. Poden variar la inclinació de la rampa.

han observat, però sense una finalitat lúdica. Finalment se'ls pregunta què han tingut en compte per aconseguir la màxima puntuació.

Les AJ sobre el tema de llum consideren diverses tipologies de joc, sobretot amb la finalitat de treballar que la llum viatja en línia recta. Els jocs de construcció de circuits amb miralls o d'ombres, la comunicació a partir d'ombres xineses o el jocs de taula són algunes de les propostes finals dels mestres en formació (vegeu la taula 31).

Taula 31. Activitats de joc de llum

Codi grup	AJ inicial	AJ final
A1	Joc de construcció. Es proposa que l'alumnat construeixi un circuit amb miralls, per fer arribar la llum a un objectiu determinat.	Joc de construcció. Es proposa que l'alumnat construeixi un circuit amb miralls, lot, objectes opacs, fulls de colors, entre d'altres. Cal aconseguir arribar a un punt determinat escollint 8 materials i descartant 4 materials. Finalment cada grup fa una representació (tipus actuació) de la seva proposta.
A2	Joc de comunicació a partir d'ombres. Consisteix a representar situacions, i la resta de jugadors han d'esbrinar la situació quotidiana representada. Durant l'activitat se'ls fa pensar en què fa falta per tenir ombres, i la relació entre la distància del focus de llum i la mida de l'ombra. Joc de comunicació a partir d'ombres.	Joc de comunicació a partir d'ombres. Segueix sent el mateix joc però han afegit preguntes per relacionar el joc amb les idees de so.
B1	Joc de pistes. Joc tipus <i>breakout</i> en el que cal resoldre un repte, que et permet desxifrar un altre repte, fins a aconseguir un petit premi.	Joc de taula. En el tauler apareix un laberint amb algunes caselles amb elements opacs. L'objectiu és fer arribar a la meta la llum, desplaçant objectes opacs pel tauler per deixar passar la llum, o fer-la rebotar a les caselles de mirall.
B2	Joc de comunicació a partir d'ombres. Consisteix en recrear les siluetes dels nenes i nenes a partir de l'obra del projector. El joc consisteix en esbrinar quina persona amaga cada silueta.	Joc de construcció. Un grup recrea una escena amb diferents materials per tal que mostri una ombra. L'altre grup, que només veurà la silueta en 2D, haurà de pensar la posició dels objectes per formar la mateixa ombra.

Per acabar, a la següent figura 32 es presenten les AJ que treballen el so. Concretament la idea que el so es transmet en totes direccions, o bé que es transmet diferent en funció del medi. La majoria de propostes utilitzen jocs de comunicació, sobretot a partir de la proposta del telèfon de fils.

Taula 32. Activitats de joc de so

Codi grup	AJ inicial	AJ final
A1	Joc de comunicació. El grup es divideix en dos i es reparteix un animal a cada membre. A partir de la construcció de telèfons amb gots de plàstic i fils els jugadors han de buscar la seva parella d'animal a l'equip contrari.	Joc motriu. Un jugador porta una sirena per simular que és una ambulància. La resta de jugadors, que van amb els ulls tapats circulen per l'espai i han d'evitar que l'ambulància els atrapi. Finalment es fan preguntes per vincular el joc amb la idea que el so es propaga en totes direccions.
A2	Joc de comunicació a partir del joc dels disbarats. Amb la construcció de telèfons amb gots de plàstic i fils, cada persona tindrà 2 telèfons (receptor i emissor). D'on rebrà la informació i on haurà d'emetre la informació rebuda.	Joc de comunicació. Es proposa igual, però el grup afegeix una segona part a l'AJ. Fer una actuació per representar com el so passa a través del sòlid, és a dir, del fil del telèfon. I després com es transmet a través de l'aire.
B1	Joc lliure. Es proposa l'activitat dels telèfons de fils però sense cap objectiu lúdic.	Joc de comunicació del telèfon. Joc per tractar la idea dels materials que transporten millor o pitjor el so a través d'un pot de iogurt i diferents tipus de fils.
B2	Joc de comunicació. A partir de la construcció de telèfons amb gots de plàstic i fils més o menys compactes es juga al joc tradicional del telèfon. El grup proposa preguntes i una taula de registre per a la recollida i l'anàlisi de les dades obtingudes.	Joc de comunicació del telèfon. Segueix sent la mateixa proposta però afegeixen un espai d'experimentació lliure amb els gots i que escullin el telèfon amb el cordill que vulguin.

Les 20 AJ dissenyades a l'inici i al final de l'assignatura corresponen a adaptacions de jocs coneguts com el joc de la oca, el Kahoot o el joc del telèfon. Els estudiants de mestre de primària, que arriben amb unes idees prèvies de la seva escolarització i amb una experiència lúdica concreta, han partit de la base de jocs que coneixen per adaptar-los en jocs que

incorporen un objectiu d'aprenentatge explícit. En cap cas hem detectat un disseny que incorpori mecàniques complexes o innovadores per l'àmbit professional del disseny de jocs com ja era d'esperar, ja que els estudiants no són experts en disseny de jocs.

Tenint en compte les AJ, hem categoritzat aquest apartat amb set tipologies de joc: joc de taula, joc motriu, joc de construcció, joc de preguntes, joc de pistes o gimcana, joc de lliscament, i joc de comunicació.

A l'inici de l'assignatura s'aprecien quatre tipologies de joc que prevalen respecte les altres, tal com es mostra en la figura 31.

- Els jocs de comunicació (25 %) verbal o no verbal, relacionats amb els temes de so, com, per exemple, variants del joc del telèfon i el tema de la llum, que sovint es treballa a partir de jocs d'imitació a partir d'ombres.
- Els jocs de taula (20 %), que són adaptacions de jocs populars com l'oca, el qui és qui o el *bingo* i que corresponen al tema de calor (15 %) i flotabilitat (5 %).
- Els jocs de proves o gimcanes (15 %), que en el cas del tema de calor (5 %) i flotabilitat (5 %) corresponen a un seguit d'experiments inconnexos que han de superar el més ràpid possible per guanyar, o bé un *breakout* educatiu del tema de llum (5 %) que consisteix a resoldre un seguit de reptes per obrir un cademat final mancat d'accions d'activitat científica.
- Els jocs lliures (15 %): activitats en les quals a través de la manipulació lliure de materials de diferents textures o sons es treballen idees de fregament (10 %) i so (5 %).

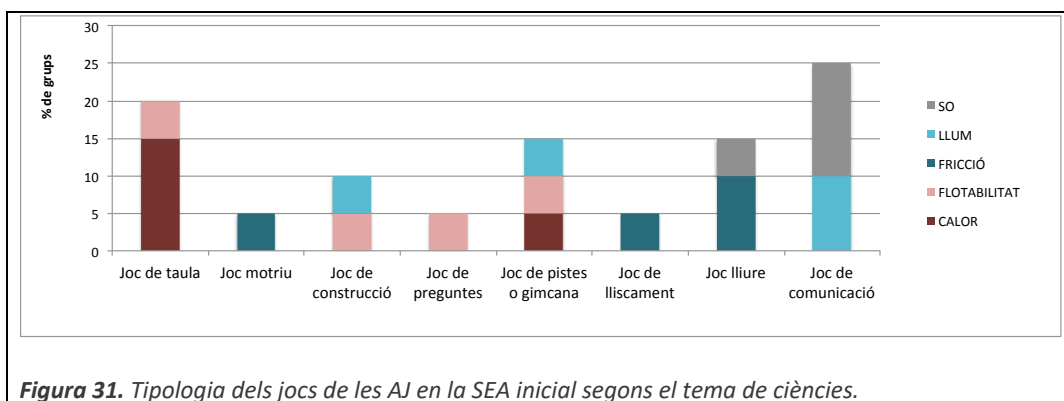


Figura 31. Tipologia dels jocs de les AJ en la SEA inicial segons el tema de ciències.

Al final de l'assignatura (vegeu figura 32) observem com les activitats de joc lliure i els jocs de pistes o les gimcanes desapareixen completament, segurament a conseqüència del contingut de l'assignatura, que presenta i defensa la metodologia d'aprenentatge basada en la investigació i modelització. En aquesta metodologia és necessària la intervenció de la mestra com a guia activa de l'aprenentatge, i l'estructura de les activitats ha de permetre confrontar les idees de l'alumnat, en lloc de la metodologia de descoberta o *hands on* en la qual es preveu l'aprenentatge per manipulació lliure dels materials. D'altra banda, podem deduir que en introduir el contingut del cicle d'aprenentatge i l'estructura que ha de tenir un joc, l'alumnat ha decidit dissenyar AJ més simples, ja que la tipologia de joc de pistes o gimcana preveu un seguit d'activitats o proves dins el global de la gimcana i, per tant, és més complex d'adequar dins la SEA.

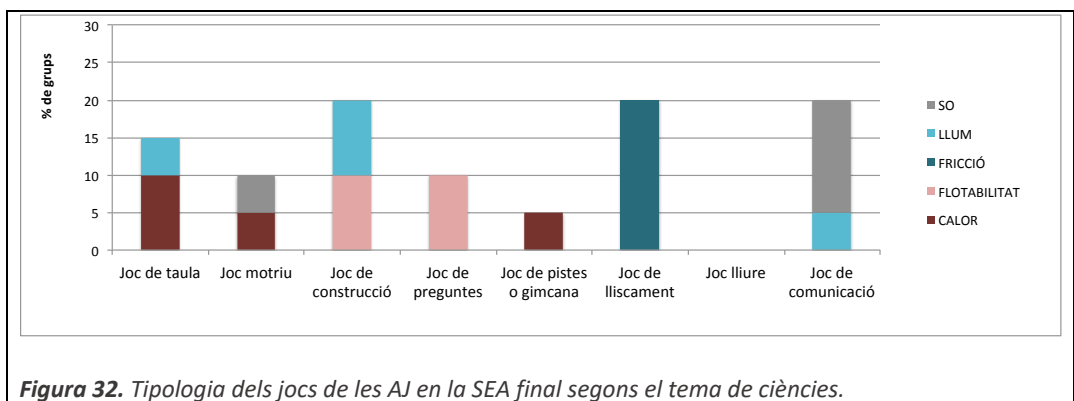


Figura 32. Tipologia dels jocs de les AJ en la SEA final segons el tema de ciències.

Per exemple, una AJ de pistes és la proposta inicial que fa el grup B1 del tema de la llum. Consisteix a superar tres reptes per aconseguir obrir una caixa amb petit premi. Tot i que el grup determina que el joc és un *room escape*, com hem vist en el marc teòric del capítol 1, estem parlant d'un *breakout* educatiu, en el qual l'objectiu no és sortir d'una habitació sinó desxifrar un seguit de reptes. Per exemple, el segon repte consisteix en una llanterna encesa amb 4 filtres disponibles de colors cian, magenta, groc i negre, per enfocar un dibuix d'arbres a la paret. L'alumnat ha de relacionar el color verd dels arbres amb el fet que cal utilitzar els filtres per fer el color verd. Aquest és un joc que no té gaire vinculació amb el tema treballat, segurament per la dificultat del disseny d'aquesta tipologia de joc.

Si ens focalitzem en el tema de ciències, totes les activitats de fregament acaben adoptant una tipologia de joc de lliscament amb dissenys molt similars. El 75 % de les AJ de so

corresponen a jocs de comunicació, és a dir, que la temàtica de ciències pot tenir certa influència en la tipologia de joc.

D'acord amb aquests resultats, podem donar resposta als objectius específics 1.2 i 1.6.

1.2.) Identificar els canvis en la tipologia de joc dels dissenys de les AJ

- Tots els jocs de pistes o gimcanes de les SEA inicials evolucionen a jocs més simples i alineats amb la metodologia d'investigació i modelització.
- Tots els jocs lliures de les SEA inicials evolucionen a jocs més estructurats i alineats amb el model didàctic d'indagació, modelització i argumentació, segurament gràcies al fet que l'assignatura de Didàctica de les Ciències I posa el focus en les pràctiques científiques. Hi ha menys incidència sobre el disseny de jocs.

1.6.) Identificar les tendències entre tema de ciències i dissenys de les AJ de forma transversal

- Les AJ del tema de ciències de so tendeixen al disseny de jocs de comunicació.
- Les AJ del tema de ciències de fregament tendeixen al disseny de jocs de lliscament.

6.3. Canvis en la relació entre els objectius lúdics i didàctics dels dissenys de les activitats de joc

Una de les característiques pròpies i principals del joc és que té un objectiu clar i definit, el qual han d'assolir els jugadors i les jugadores per finalitzar, i sovint guanyar el joc. En el cas dels jocs educatius, que tenen una intencionalitat educativa explícita, contempen també un objectiu educatiu que pot coincidir amb l'objectiu lúdic o bé poden ser objectius diferents més o menys alineats entre ells. Per tal de descriure i interpretar els canvis en la relació entre objectius lúdics i didàctics, diferenciem tres opcions de relació.

En primer lloc, sobre aquelles AJ que tenen únicament un objectiu: hem detectat que només algunes AJ compleixen l'objectiu educatiu. Concretament, el 20 % de les AJ a l'inici de l'assignatura i es redueix a un 5 % en la SEA final. És a dir, en aquestes AJ l'alumnat no ha explicat l'objectiu lúdic i, per tant, són activitats de ciències en lloc de jocs; mentre que en cap cas ens hem trobat activitats que només tinguin objectiu lúdic i no tinguin objectiu didàctic. Així doncs, observem com l'alumnat s'ha centrat més a introduir el contingut de ciències que en el disseny de joc, és a dir, dissenyen més activitats de ciències que jocs de ciències.

En segon lloc, les AJ que tenen ambdós objectius però que no estan alineats entre si: són objectius independents i no és necessari l'aplicació de coneixement o habilitats científiques per assolir l'objectiu lúdic. Per exemple, l'AJ final del telèfon de fils del grup A2, en què es proposa una activitat en la fase d'investigació i modelització per tal de treballar la idea que el so es produeix quan un material vibra. El grup A2 proposa construir uns telèfons amb dos gots units per un fil de diverses tipologies (llana, cotó, fil de pescar, entre d'altres). A continuació comença el joc fent grups de 6 persones, cadascuna de les quals tindrà un got receptor on enviaran la informació rebuda i un got emissor on comunicaran la informació escoltada. Aquest és el joc que tradicionalment es coneix com el joc del telèfon o joc dels disbarats. Un jugador comença passant un missatge i es va passant d'orella a orella, en aquest cas, de got a got, fins que l'última persona revela el missatge que li ha arribat. Durant la partida no és necessari aplicar cap coneixement científic, però el grup A2 proposa que després de jugar l'alumnat respongui algunes preguntes en relació amb el que han observat durant el joc. A més a més, se'ls demana que facin una actuació per representar com el so es propaga pel fil del telèfon, i com ho faria per l'aire. Com observem en la figura 33 a l'inici de l'assignatura, el 35 % dels jocs corresponen a aquest tipus de joc i augmenta un 5 % al final de l'assignatura. Segurament perquè aquesta tipologia d'organitzar els objectius permet un disseny més simple de l'AJ.

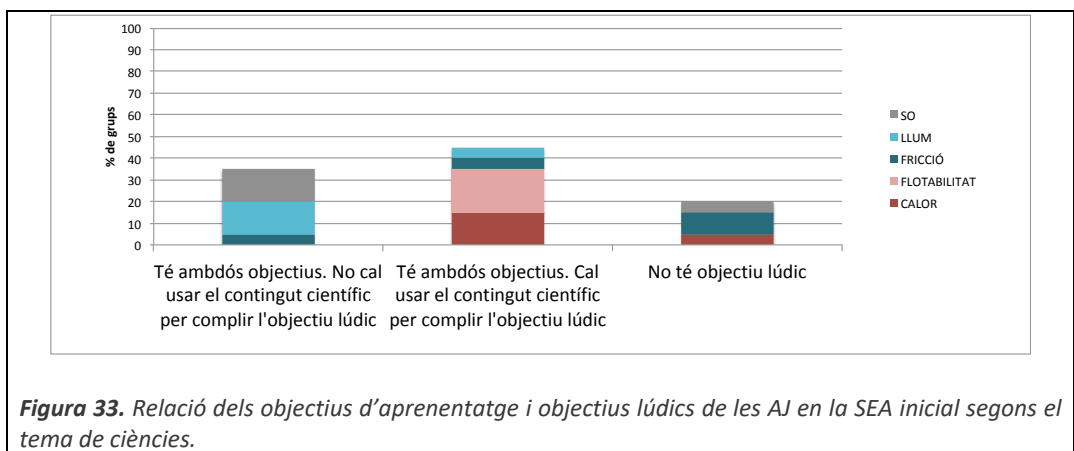


Figura 33. Relació dels objectius d'aprenentatge i objectius lúdics de les AJ en la SEA inicial segons el tema de ciències.

I per últim, aquelles AJ que tenen els dos objectius alineats i que, per tant, per poder jugar al joc es necessita aplicar les idees científiques de l'objectiu didàctic. Un exemple seria el joc de taula del tema de llum del grup B1, en el qual s'han de moure les caselles amb la finalitat d'apartar cossos opacs del recorregut de la llum o bé fer-la rebotar en caselles de miralls per

conduir la llum a la casella de meta (vegeu figura 34). En aquest cas, s’han de prendre decisions basades en el fet que la llum viatja en línia recta.



Figura 34. Imatge del joc de taula del grup B1 de llum

Tot i que no hi ha diferències significatives entre les dues maneres de relacionar els objectius, observem una tendència a l’alineació d’aquests al final de l’assignatura, amb un 60 % de les AJ que vinculen la finalitat educativa i lúdica(vegeu figura 35).

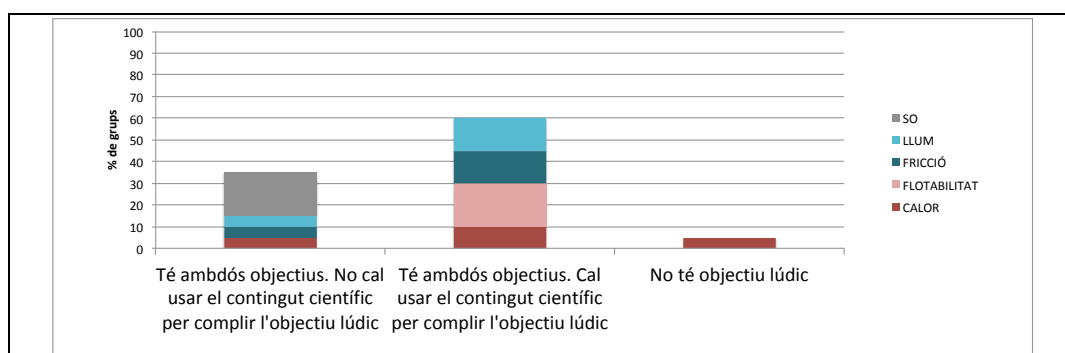


Figura 35. Relació dels objectius d’aprenentatge i objectius lúdics de les AJ en la SEA final segons el tema de ciències.

Si ens fixem en el tema de ciències, una vegada més podem veure com influeix amb les AJ, ja que el 100 % de les AJ de so no tenen els objectius alineats, en canvi totes les AJ de flotabilitat estan dissenyades tenint en compte l’alineació dels objectius.

D'acord amb aquests resultats podem donar resposta als objectius específics 1.3 i 1.6.

1.3.) Identificar els canvis en la relació entre objectius lúdics i didàctics dels dissenys de les AJ

- Majoritàriament les AJ que no contemplaven un objectiu lúdic, passen a incorporar-ne, segurament a conseqüència d'introduir una sessió formativa específica sobre les característiques del joc en l'assignatura.
- La tendència general al final de l'assignatura és alinear els objectius lúdics i didàctics.

1.6.) Identificar les tendències entre el tema de ciències i els dissenys de les AJ de forma transversal

- Les AJ del tema de ciències de so tendeixen a ser dissenys en els quals l'objectiu lúdic no té relació amb l'objectiu educatiu.
- Les AJ del tema de ciències de flotabilitat tendeixen a ser dissenys en els quals els objectius lúdics i didàctics estan alineats i, per tant, cal aplicar les idees de ciències per assolir l'objectiu lúdic.

6.4. Canvis en les normes que estructuraven els dissenys de les activitats de joc

L'espai, el temps, els materials i la relació entre participants són característiques importants que delimiten i guien les normes dels jocs.

Un aspecte que cal destacar en aquest subapartat és que els dissenys de les AJ no tenen en compte l'espai que es farà servir per implementar l'activitat, així doncs, tot i que és un aspecte que es podria deduir de la tipologia de joc, com per exemple adjudicar un espai concret a un joc de taula, hem decidit no analitzar aquesta categoria a partir de les nostres deduccions de l'espai on es podia fer cada AJ i realçar l'evidència que, per a l'alumnat en formació inicial, l'espai no és un aspecte rellevant per tenir en compte durant el disseny d'activitats.

En les figures 36 i 37 s'exposen les dades en relació amb el material i el temps de les AJ, en la qual podem observar com la manca d'estructuració del temps es redueix d'un 15 % inicial a un 5 % en la SEA final. Tanmateix en relació amb el material, s'observa un canvi més rellevant, ja que a l'inici de l'assignatura en el 70 % de les AJ el material està estructurat, és a dir, es detalla i delimita l'ús del material, mentre que en la SEA final, el material estructurat disminueix a un 45 % i les AJ amb el material semiestructurat augmenten un 25 %. Aquest

canvi en l'estructuració del material es deu majoritàriament a la introducció d'estratègies de recollida de dades com graelles o el DECV, contingut que s'ha treballat en l'assignatura de Didàctica de les Ciències I.

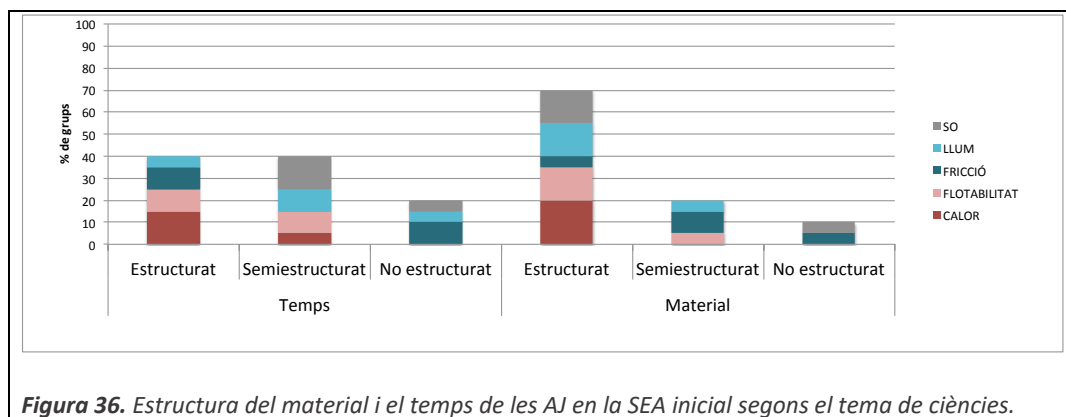


Figura 36. Estructura del material i el temps de les AJ en la SEA inicial segons el tema de ciències.

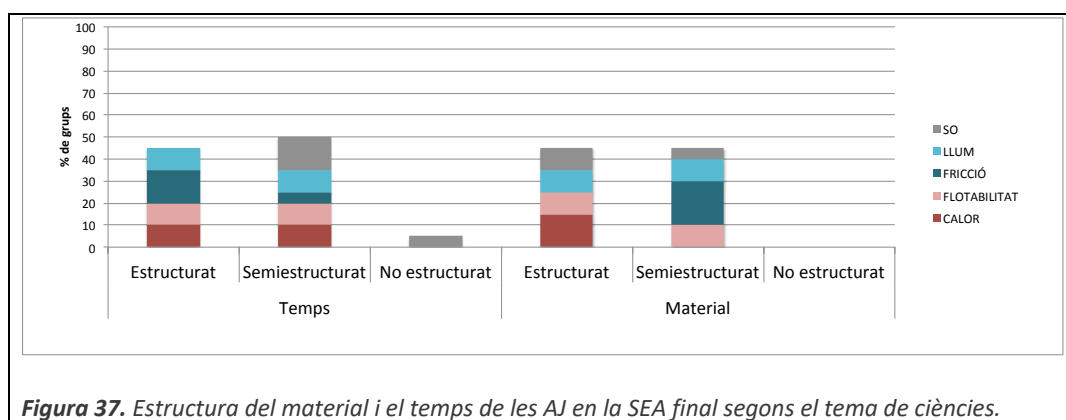


Figura 37. Estructura del material i el temps de les AJ en la SEA final segons el tema de ciències.

En relació amb el tema de ciències destaquem les AJ de calor, que tenen el material molt estructurat, mentre que les AJ de fregament de la SEA final són 100. % semiestructurades. Un exemple de joc de calor estructurat seria una adaptació del joc de taula del *qui és qui* (vegeu figura 38), en el qual en lloc d'esbrinar un personatge, s'ha d'esbrinar un objecte fet d'un material concret a partir de preguntes sobre conductivitat i calor. En aquest cas, els torns de joc estan estructurats i hi ha un ús específic dels materials del joc.



Figura 38. Imatge del joc de taula del grup A1 del tema de calor.

En canvi, un exemple de material semiestructurat seria un joc de fregament de punteria com el grup A1, que permet canviar la superfície de la rampa amb opcions de textures diferents per tal que la peça que es llança s'aturi en un punt concret. Aquesta AJ té els torns de llançament concrets però el material a col·locar a la rampa és variable en funció de la decisió de l'alumnat.

Com observem en les figures 39 i 40 la relació entre els participants és quelcom que no es detalla en un 30 % dels dissenys inicials i es redueix a un 15 % al final de l'assignatura. Sembla que els estudiants no donen molta importància a detallar aquest aspecte, malgrat la transcendència que representa a l'hora de delimitar i caracteritzar l'agència de l'alumnat.

En general les AJ sempre són considerades activitats grupals, ja que no s'ha dissenyat cap activitat individual. El canvi més significatiu d'aquest apartat és l'augment d'activitats cooperatives-competitives, és a dir, que es coopera amb un petit grup i es competeix amb la resta de grups, ja que augmenten un 15 % al final de l'assignatura. Un exemple d'AJ cooperativa-competitiva seria una AJ de flotabilitat del grup A1, en la qual es dona a l'alumnat un recipient que compleix la funció de vaixell i un seguit d'objectes amb mides i pesos diferents. Sense comprovar-ho prèviament, han de fer la previsió de quins i quants objectes poden dipositar dins el vaixell sense que s'enfonsi. Mentre cooperen amb el seu equip,

competeixen amb la resta d'equips per tal d'aconseguir tenir el vaixell que sosté més pes sense enfonsar-se. Cada material té atribuït una puntuació, així que qui aconseguixi més punts guanya la partida.

Les AJ competitives, aquelles on l'alumnat pren decisions individualment per aconseguir guanyar vers les accions dels companys de classe, es mantenen a un 20 % al final de l'assignatura, mentre que les AJ cooperatives, en les quals tot el grup classe ha de prendre decisions conjuntes per assolir un objectiu comú, només corresponen al 10 %, tant a l'inici com al final de l'assignatura.

Si ens revisem la variable del tema de ciències, a l'inici de l'assignatura no s'identifica cap patró concret però en la SEA final el 100 % de les activitats de fregament tenen una estructura cooperativa- competitiva.

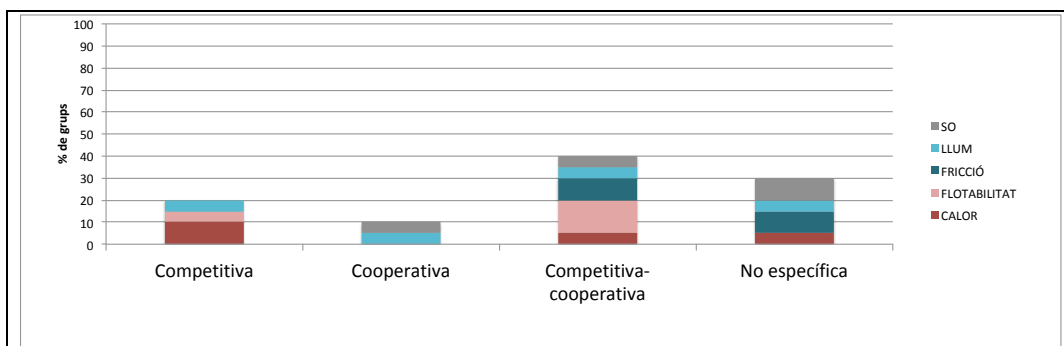


Figura 39. Relació entre participants de les AJ en la SEA inicial segons el tema de ciències.

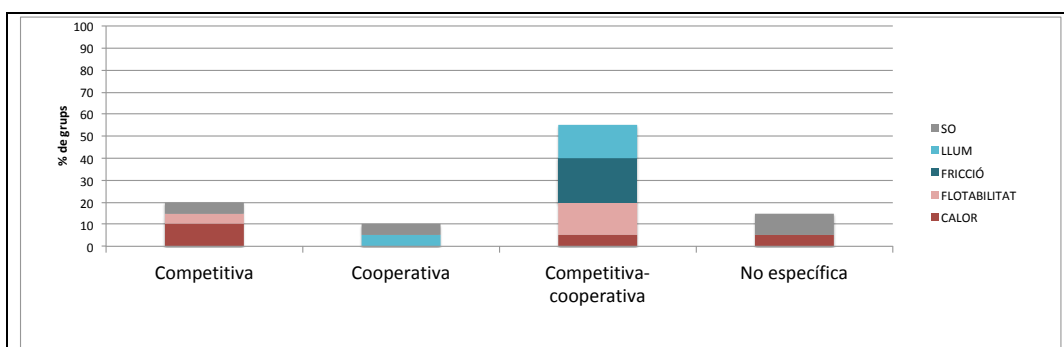


Figura 40. Relació entre participants de les AJ en la SEA final segons el tema de ciències.

A partir d'aquests resultats podem donar resposta als objectius específics 1.4. i 1.6.

1.4.) Identificar els canvis en les normes que estructuraven els dissenys de les AJ

- Les AJ incorporen estratègies de recollida de dades per tal de semiestructurar l'agència en relació amb els materials i el temps de les AJ.
- Les AJ són considerades activitats grupals i al final de l'assignatura la relació entre els participants és majoritàriament competitiva-cooperativa.

1.6.) Identificar les tendències entre tema de ciències i dissenys de les AJ de forma transversal

- Les AJ del tema de ciències de força de fregament tendeixen a ser jocs semiestructurats i promouen una relació competitiva-cooperativa entre participants.
- Les AJ del tema de calor tendeixen a ser activitats més estructurades i competitives, probablement perquè majoritàriament corresponen a la tipologia de joc de taula, en les quals hi trobem normes més tancades i un objectiu lúdic competitiu clar.

6.5. Canvis en la tipologia d'accions que promouen els dissenys de les activitats de joc.

6.5.1. Accions de joc

Tot i que entenem que totes les activitats tenen accions de joc perceptives, mentals i físiques a diferents nivells, en la següent figura 41 veiem les accions de joc més presents en cada AJ.

En les dades observem com les AJ contemplen majoritàriament accions físiques relacionades amb moviments suaus com, per exemple, el llançament d'una peça o d'un dau tant a l'inici (90 %) com al final de l'assignatura (95 %), mentre que les accions de joc físiques intenses, com córrer o saltar, només corresponen al 10 % de les AJ inicials i finals. Només una AJ de calor ha incorporat accions físiques intenses perquè han canviat totalment la seva proposta, mentre a l'inici feien una adaptació del joc del Bingo, al final de l'assignatura dissenyen una adaptació del joc de tocar i parar per representar el moviment de les partícules i la transferència de calor (vegeu figura 42).

En relació amb les accions mentals, observem tres AJ, és a dir, un 15 % de les AJ, que afegeixen accions mentals complexes, de les quals el 10% han canviat totalment la proposta d'AJ i el 5%, que respon a un joc sobre la força de fregament, incorpora accions que promouen la reflexió i la presa de decisions sobre l'ús d'uns materials o uns altres per assolir l'objectiu del joc.

Les accions perceptives, és a dir, aquelles accions relacionades amb els sentits, com l'escolta, l'observació, l'olfacte, la manipulació i el gust són accions que no es contempen en la majoria d'AJ. A banda de l'escolta i l'observació habituals que detectem en totes les AJ, com, per exemple, l'escolta de les normes del joc, o l'observació dels moviments dels companys, només les AJ del tema de so destaquen per tenir accions perceptives d'escoltar, com, per exemple, una adaptació de la gallineta cega o del joc del telèfon —accions principals de les AJ que hem destacat en l'anàlisi d'aquesta categoria.

Així doncs, el disseny del tema de ciències del so té una clara tendència a l'ús d'accions perceptives, i el tema de flotabilitat també compleix un patró específic d'accions mentals i físiques suaus.

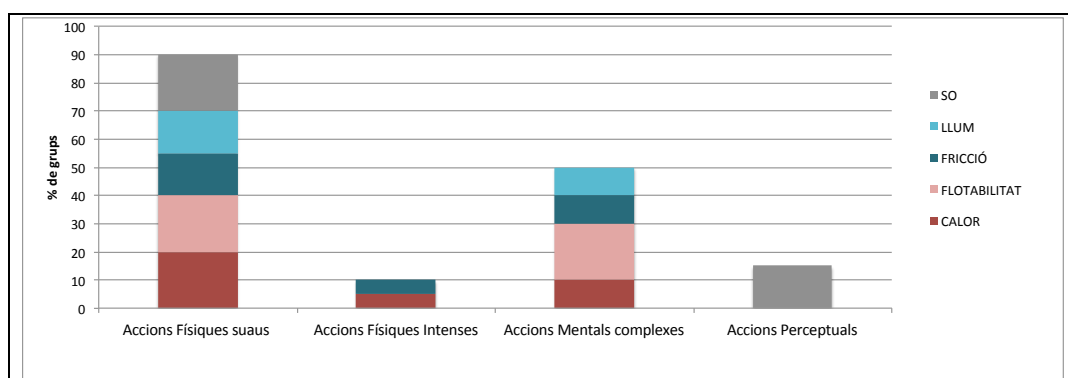


Figura 41. Accions de joc de les AJ en la SEA inicial segons el tema de ciències.

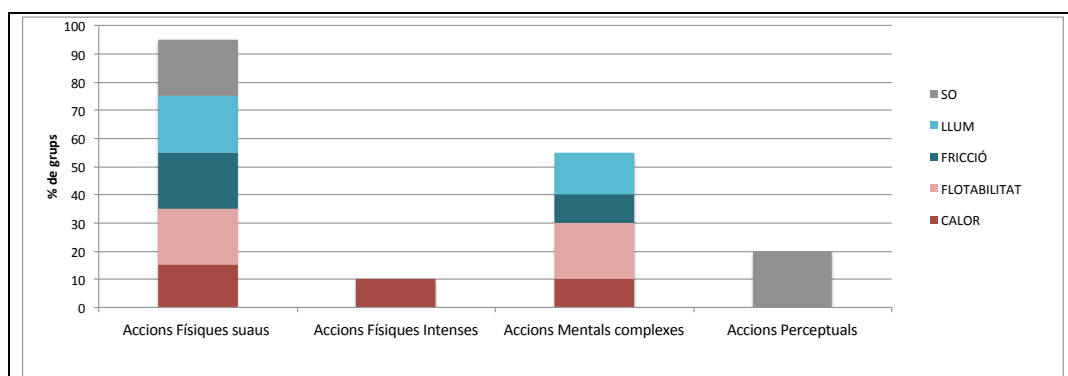


Figura 42. Accions de joc de les AJ en la SEA final segons el tema de ciències.

6.5.2. Accions d'activitat científica escolar (ACE)

En la següent figura 43 es poden observar les accions d'ACE, organitzades entre accions de l'àmbit de les dades i els fets o de l'àmbit de les idees, que apareixen en les AJ inicials i finals a partir de comptabilitzar la presència o absència d'aquestes accions en el contingut dels treballs de l'alumnat. És a dir, si en la categoria d'obtenció de dades hi ha un 10 % d'AJ de calor, indica que hi ha un 10 % de les 20 AJ totals, per tant, hi ha dues AJ de calor, que consideren accions d'obtenció de dades.

A les AJ inicials s'observa un clar predomini de les accions de l'àmbit de les dades i els fets i l'escassetat d'ACE de l'àmbit de les idees. En cap cas s'utilitza un DECV explícit, però sí que en el 55 % de les AJ s'obtenen dades a partir de l'observació. Representar i analitzar dades (45 %) i establir conclusions (70 %) també són accions d'ACE que els estudiants plantegen en els seus dissenys inicials.

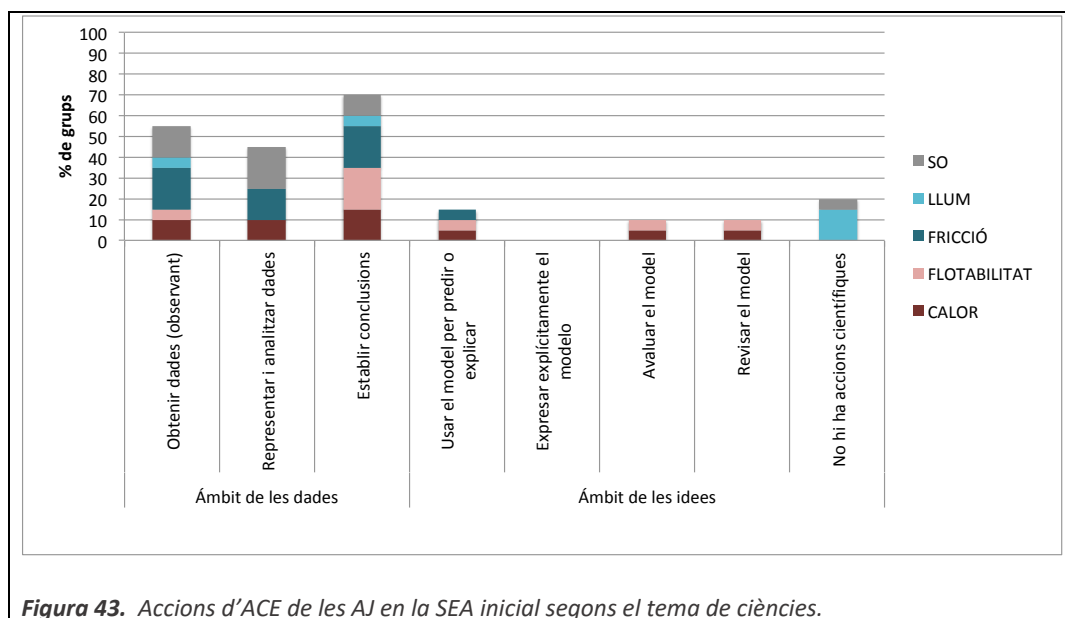


Figura 43. Accions d'ACE de les AJ en la SEA inicial segons el tema de ciències.

Cal destacar també que a l'inici de l'assignatura, el 20 % de les AJ no promouen cap ACE, com, per exemple, l'AJ sobre el tema de flotabilitat del grup B1 (figura 44), en la qual mitjançant preguntes tancades amb l'opció d'escollir entre quatre respostes, només es valora la rapidesa a respondre la pregunta, i en si coneixes els conceptes de massa, volum i densitat, però en cap moment contempen pràctiques d'investigació.



Figura 44. Imatge del joc de taula del grup B1 del tema de flotabilitat.

A les AJ finals observem com augmenten les accions d'ACE en general, però sobretot les accions de l'àmbit de les idees, provocant un major equilibri entre les categories. En la figura 45 podem veure com el 55 % de les AJ finals preveu l'observació de dades dins l'AJ, però en cap cas aquesta observació es duu a terme a través d'un disseny experimental de control de variables.

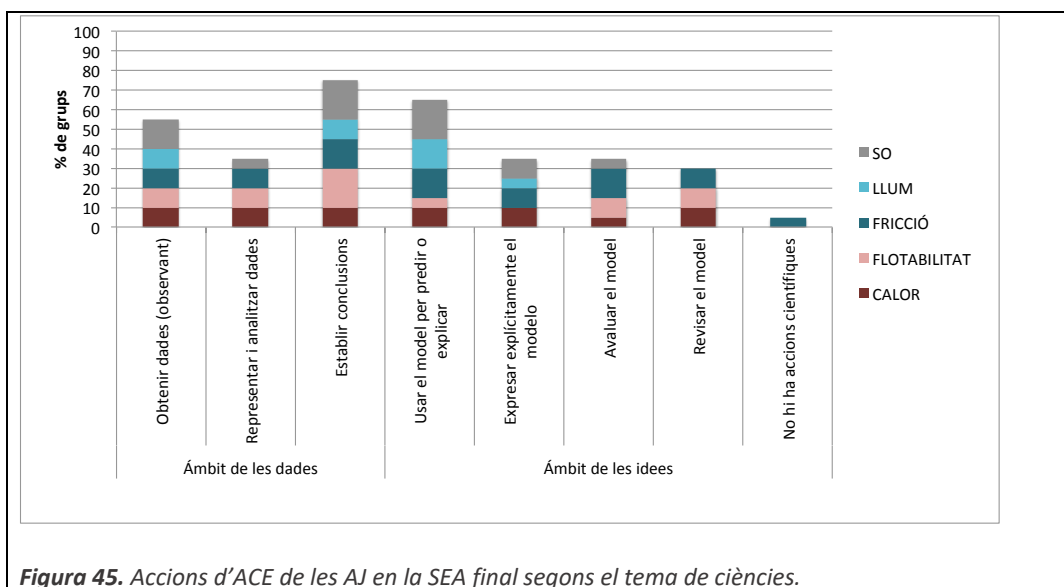


Figura 45. Accions d'ACE de les AJ en la SEA final segons el tema de ciències.

Només hi ha una AJ de so del grup B2, que proposa una eina de recollida de dades. És el joc del telèfon amb fils de diferents gruixos. Un cop han finalitzat el joc, es demana als nens i nenes que recullin les dades observades en una taula (figura 46).



Imatge	Material	So que transmet
		
		

Figura 46. Imatge de la taula de recollida de dades de l'activitat de joc del grup B2 del tema de so.

Les accions relacionades amb la representació i anàlisi de les dades (35 %) disminueixen modestament. Les accions d'establir conclusions (75 %) segueixen sent les accions més contemplades, seguides d'un augment considerable de l'ús del model per predir o explicar que passa d'un 15 % inicial a un 65 % de les AJ que introdueixen aquesta pràctica científica de l'àmbit de les idees.

El canvi més significatiu és l'augment de les pràctiques d'expressar explícitament el model, avaluar el model i revisar el model, que s'inclouen en el 30 i el 35 % de les AJ finals a partir de la formulació de noves preguntes d'explicació i predicció en relació amb el model i amb la incorporació d'estratègies de representació del model, com, per exemple, l'ús de fletxes per representar la direcció de la força de fregament, tal com fa el grup B1 en la SEA final.

L'augment de pràctiques científiques ens indica que l'alumnat ha aplicat el coneixement après a l'assignatura de didàctica de les ciències sobre com l'alumnat aprèn a construir el coneixement científic des d'un enfocament de l'aprenentatge basat en models, tot i que encara s'observen mancances a l'hora de formular les preguntes o definir eines com el DECV per aconseguir la funció didàctica corresponent.

A partir d'aquests resultats podem donar resposta als objectius específics 1.5. i 1.6.

1.5.) Identificar els canvis en la tipologia d'accions que promouen els dissenys de les AJ

- Majoritàriament no hi ha canvis en les accions de joc de les AJ: només es detecten tres modificacions totals de propostes i una AJ en la qual s'incorporen accions mentals més complexes.
- Les AJ incorporen ACE, sobretot de l'àmbit de les idees, fet que equilibra les accions d'ACE en els dissenys.
- Les AJ incorporen accions en relació amb l'ús del model a través de la formulació de preguntes de predicció i explicació del model.
- Les AJ incorporen accions en relació amb la representació explícita del model.

1.6.) Identificar les tendències entre tema de ciències i dissenys de les AJ de forma transversal

- Les AJ del tema de ciències de so tendeixen a dissenyar propostes en les quals les accions de joc perceptives són centrals en el desenvolupament de l'AJ.
- Les AJ del tema de ciències de flotabilitat, fregament i llum tendeixen a dissenyar propostes les accions de joc mentals de les quals són més rellevants que la resta d'accions.
- No s'observa cap patró concret entre el tema de ciències i les accions d'ACE.

**Chapter 7. Emotional
Experiences. Results and
discussion 2**

The following section presents the results concerning the second objective guiding this study which aims to identify and interpret the evolution of the Emotional Expressions (EE) of three groups of PSTs throughout two Science Education courses. The aim of the teacher training courses was to confront the student teachers' orientations on science teaching and learning through different opportunities for reflection while designing and implementing science Game Activities. Five contexts form the basis of lesson episodes in the analysis. Five contexts form the basis of the lesson episodes in the analysis. The students were asked to reflect on each reflexive context which occurred chronologically throughout two science teaching subjects. As we can see in figure "x", the first 4 contexts are part of the Science Education I course, while context 5 took place in the second subject. Reflection context 1 refers to recalling the PSTs' previous experience as science students during their schooling. The reflective context 2 and 3 is centered on the TLS designing phase and its modification by introducing new knowledge in the subject. Finally, reflective contexts 4 and 5 refer to the TLS implementation phase at the university and in an elementary school. These reflection-oriented contexts provided valuable sources of data to understand the process of the PSTs' understanding and changes in their orientations. Without intentionally asking about emotions, in the PSTs' discourses we identified remarkable EEs that provide us valuable data to make sense of PST orientations and beliefs about science education. And their evolution process throughout the two science teaching courses.

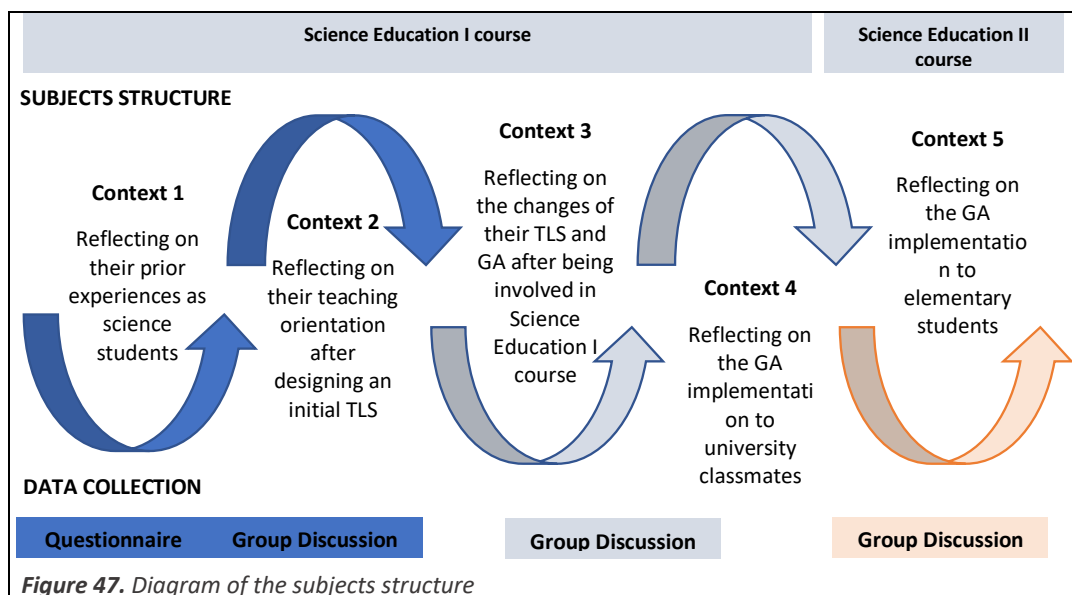
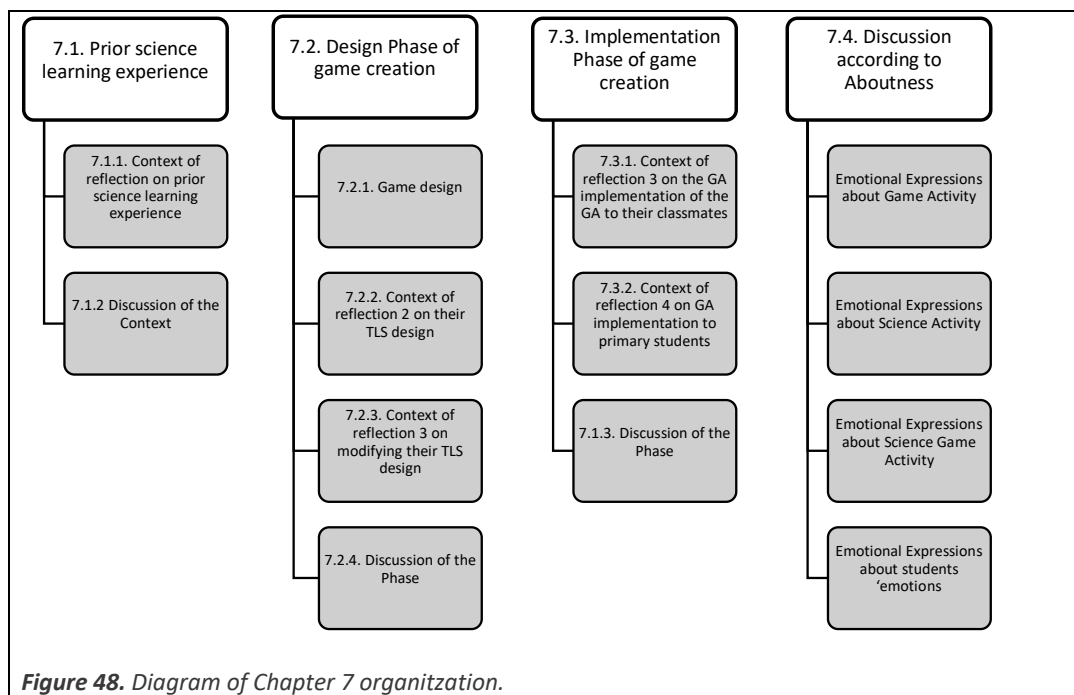


Figure 47. Diagram of the subjects structure

As seen in figure 47, data sources include an initial individual open-ended questionnaire and three discussions with each group. In the first discussion group, the PSTs were asked about their previous school experience with science, and about their experience designing a science TLS for the first time (i.e., context 1 and 2). In the second discussion group, they were asked to discuss their experiences regarding the modification of their TLS and how they experienced the implementation of the GA with their classmates (i.e., context 3 and 4). Finally, in the third discussion group, they discussed their experience of microteaching in an elementary school (i.e., context 5).



This chapter is organized into four sections as illustrated in figure 48. The first part is devoted to describing the sample of PSTs from whom the data sources for my analyses were collected. In this first section, I described the prior school science experience of each of the 3 PST groups, to provide context about the orientations and emotional experiences with which they started the Science Education course at the University.

Section 7.2. presents the EE of the 3 PSTs groups during the game design phase performed in the Science Education I course. First, the GAs designed at the end of the first Science Education course (i.e., the final GAs) are briefly introduced in order to help the reader better understand the results. Then, the EEs identified are presented, organized by the context of reflection in which the discourse took place, and by each PST group. First, we present the EEs identified when reflecting on the TLS design at the beginning of the course. Second, the EEs identified when reflecting on the modification of their designs at the end of the first Science Education I course are presented. Finally, this section concludes with a discussion of the GA design phase by addressing the EEs that appeared in both contexts of reflection.

Section 7.3. presents the EE of the 3 PSTs groups during the game implementation phase performed in both Science Education courses. First, the EEs identified when reflecting on the implementation at the university. Second, the EEs identified when reflecting on the implementation at the elementary school. The section ends with a discussion of the EEs emerged in the GA implementation phase.

Heretofore, we have presented the EEs (i.e., EE social group, EE label, and EE aboutness) in relation to the chronology of the Science Education courses. In this final section, the main causes that triggered the EE are presented to answer the last specific objective of the present research by discussing the results in terms of aboutness (i.e., the reasons that evoked the emotions). In this sense, we have grouped the aboutness that emerged throughout their experience of learning to be a science teacher into 4 themes. Accordingly, this last section is organized by the four general themes that trigger the identified EEs; 1) EEs about the GA; 2) EEs about the science activity; 3) EEs about aligning the science aspects and GA features; 4) EEs as a reaction of their students' emotions.

7.1. Prior science learning experience

This section provides a description of PSTs' past school experiences in science education. As we know from the existing literature, when PSTs start their university studies, they already possess knowledge, values, beliefs and attitudes about science, and science pedagogy from their prior experiences (Abell et al., 2010). Their school experiences have a great influence on

their pedagogical orientations and the emotions they have towards science (Mellado, 1996; Zembylas & Buhlman Barker, 2002) and influence the development of their understanding of science teaching (Abell et al., 2010).

Consequently, from their experience recalls, we can identify their emotional experiences which give us information about their initial orientations towards science teaching and learning. For this purpose, PSTs were asked to answer a survey and to explain in the first focus group their past science learning experiences as students.

In relation to context 1, three groups of PSTs formed the sample: a) Group A included Joan, Jordi and Alba; b) Group B included Gisela, Neus and Nora; c) Group C included Judit, Mireia and Mariona.

A description of some characteristics of the group according to the data obtained from the surveys and focus group 1 is provided for each group. Also, a review of the EEs that have emerged in this context is also outlined in this first section. Second, the EEs of each individual student's report are presented, since these are not common experiences with the group, but individual past experiences.

7.1.1 Context of reflection on prior science learning experience

A) Group A Joan, Jordi and Alba

Joan, Jordi and Alba are members of group A in the Science Education I course. The three students have been attending class together since the first year of their degree. The group has common personal interests such as sports and basketball. This is not the first time they have worked as a group, as they have collaborated in other subjects before.

As an overview, I identified 20 linguistic expressions that reflected emotions in the PST reflections. Most of them (13 EE), were related to unpleasant aspects regarding the perceived difficulty of the science content, the traditional pedagogical model used by the teacher and the misperception as a science student (see figure "x"). On the contrary, 7 EE were detected with positive valence concerning aspects such as interest in nature of science and some specific science contents. Additionally, there were some individual cases of pride due to self-

improvement and interest due to family support. In this phase, all EEs were individual, and did not take others into consideration in their emotions. Therefore, Joan's and Jordi's experiences were similar.

ABOUTNESS		EMOTIONS														
Category	Subcategory	Irritation	Hate	Despair	Disappointment	Stress	Anxiety	Fear	Shame	Guilt	Surprise	Interest	Pride	Contentment	Pleasure	Joy
Nature of the	Society's development service											1				
	Ability to generate pleasure															1
Prior teaching and learning	Global		1					1								
	Science content			1	4			2				1	1			
	Family support															1
Self-perception	Teacher's Pedagogical Model	1		1												
	Self-improvement situation												1			
	Lack of science and math skills			1				1								
	Detection of own learning needs											1				

Figura 49. Group A Emotional Expressions in Context 1.

Joan

Joan is a PST interested in sport. He originally wanted to study Science of Physical Activity and Sports degree, but his academic results in the baccalaureate were not sufficient to meet the entry requirements. For this reason, Joan enrolled in an elementary education teacher degree and opted to specialize in physical education subjects within this degree. As a student, he always liked science but found it very difficult, so he left the technological baccalaureate to study the economic baccalaureate. During the first group discussion Joan explained his past school experience stating:

My problem always was that I considered this subject complicated and although I was paying a lot of attention, at one time or another I found it quite difficult. From my point of view, I think I have always done a lot of lecture classes and little hands-on activities, so if I didn't understand a concept, it was very difficult to remember it.

From this quote two different ideas can be identified. First, Joan expresses the perceived science content difficulty, whereas in the second part of the quote Joan refers to the pedagogical model through which he was taught science. In this regard, Joan attributes her difficulty in learning science to the overly lectured science classes, and the lack of engagement activities. Despair could be interpreted when Joan stated “although I was paying attention...” showing his effort in trying to understand the scientific concepts without success. The word

although is a conjunction that expresses the relationship between opposite actions. In this case, Joan used “although” to emphasize the point that he didn’t understand the content, even though he performed actions to solve this difficulty. Following the ideas from Martin and White (2005), *although* and *even* countering a preposition which would have been expected in its place. In other words, Joan paid more attention to science classes than would normally be expected. Despair (i.e. *desesperança* in Catalan) is the lack of hope. Drawing on Randall (2005), hope and despair might operate at a collective level and are intimately interconnected. In Randall's (2005) research, it was noted that climate change activists' feelings of guilt allowed them to understand the despair experienced as a sense of burnout and a sense of responsibility to solve climate change. In our case, one could interpret Joan's feelings of despair experienced as burnout from trying to pay attention in class and his sense of responsibility to comprehend the science content.

Nevertheless, we could also interpret Joan's despair as not stemming from guilt, since in this case it seems that Joan blames external factors, such as the teaching model of science classes. Joan’s quote also suggests that the pedagogical model influenced his ability to remember science concepts taught in lecture lessons.

During the focus group Joan again reiterated the difficulty of science at school and indicated how this affected his motivation for the subject:

I've always liked it (science) a lot, but I don't think I've been sufficiently motivated, and I always found it very difficult (...) and I just let it go. I started in technology studies first, but I did not last at all, two months or so, and then I changed.

From this fragment we can observe how Joan liked science, but his difficulty with it led to a drop in motivation and his ultimate choice to stop pursuing the subject in favor of technological studies. One possible interpretation is that the difficulty of the task generated a feeling of disappointment in Joan and this unpleasant sensation led to a lack of interest and demotivation for science. Following Turner’s (2007) classification of emotions, disappointment and sadness is one of the primary emotions, which in this case could emerge by not achieving the learning objectives. Another interpretation is that disappointment-sadness together with satisfaction-happiness triggers acceptance. In the discourse, we can see how Joan laughed after telling us that he lasted two months in the scientific baccalaureate

before changing to the economic baccalaureate. Joan's smile while explaining his experience indicates that during the focus group, he was not feeling an unpleasant emotion such as disappointment. Rather, it was an emotion of acceptance of an unpleasant event, such as failing courses and having to change his academic goals.

Jordi

Jordi studied the scientific baccalaureate because he wanted to specialize in sports medicine or physiotherapy. According to Jordi, "I was very interested in science until I got to the baccalaureate and got bad marks." When he changed school in the middle of the year, he failed all the science subjects in the first term. Jordi explains:

I found it very difficult, and in the first term I failed all the modality subjects and they (professors) suggested that I should change baccalaureate. But no, I didn't change, and I kept doing the same thing (scientific baccalaureate) and I passed. I'm a bit of a stubborn person and I ended up doing it... but it really gave me a hard time.

In the above quote, Jordi, like Joan, talked about the difficulty of science, and also explained the disappointing results of his grades. These poor results may indicate that he probably felt disappointment at some point in the science course, because he did not understand the scientific content of the subject. We can see it in his expression that it "was very difficult" where he explicitly remarked that the science content was complex to understand.

We can see how the emotion of disappointment was probably intensified to anger by the teachers' proposal to drop out of the baccalaureate when Jordi expressed "but no" with harder intensity. Jordi probably saw this proposal from his professors as a message of defeat. According to Jordi, the teachers were telling him that he was not capable of passing the scientific baccalaureate, and this could be the cause of Jordi's disappointment or anger.

In Jordi's case, we can see how the primary emotion of disappointment or anger that he could experienced during the scientific baccalaureate is nowadays associated with the current feeling of pride in oneself. Pride is a first-order elaboration of satisfaction-happiness according to Turner's (2007) emotions classification. Jordi expressed "I didn't change, and I kept doing the same," showing his pride in having stood up for his convictions. Jordi focused on the result of having passed, paying special attention to his self-concept, defining himself

as "stubborn" and how he managed to pass the subjects because of his own effort. We can detect this effort through the expression "it really took me a long time" referring to achieving the challenge of passing the baccalaureate.

Pride emotions involve self-evaluation in relation to academic success and can be felt when a student evaluates a successful result in an academic event, such as an assessment task (Elliot & Pekrun, 2007). This is also shown in the Bellocchi and Ritchie (2015) study with an eighth-grade science class, where negative emotions were transformed into pride when science concepts understanding was achieved. These authors found that pride can emerge after a long complex interaction over a substantial period of time, as happened in Jordi's baccalaureate experience.

Despite his pride, Jordi felt that being able to study what he wanted was too big a challenge and decided to take the vocational training course in physical-sports activities and, when he finished, he decided to start the primary school teaching degree, motivated by his neighbor, who is a teacher.

Alba

Alba indicated in the initial survey how passionate she was about nature:

As I live in a rural area, I love playing in the forest, imagining that I am an animal, that I can talk to the trees, etc. and above all looking at the sky at night. Because of this passion for playing in the forest and looking at the sky I was given a book "the reason for things" which I have read at least 100 times.

Alba had a pleasant experience of science outside the school context. Possibly her family background gives her an appreciation of her environment and fosters her curiosity towards nature and living things. She directly expressed her passion, as a pleasant emotion when playing and observing nature. As stated by Mellado et al. (2014) and Brígido et al. (2010) among the science disciplines, nature sciences such as Biology and Geology are the most positively valued among students in comparison with the contents of Physics and Chemistry.

Alba is a student who is interested in science, but who rejects it when science and mathematics interrelate. Alba directly used the word "hate" to describe her school experience toward mathematics but didn't detail the causes of these emotions.

In the focus group, she explained:

In primary school I hated math, I didn't like it at all... I have a lot of difficulty learning math, I suppose that's why I don't like it at all, and I have to sweat and sweat it at school. I like science, but since science and numbers are combined, I didn't like it because of the math part, terrible!

We can see how Alba liked science, but she also hated mathematics. When science introduced mathematical concepts, Alba started to hate them. The feeling of hate toward mathematics probably led to demotivation for science. With the expression “I hated math” and “the math part, terrible”, Alba showed her feeling of hate in a direct way.

As we know from Hufnagel's (2019) research on teachers learning physics, hate is an unpleasant emotion that could be attributed to the fact that it is periodized memorization of the equations over conceptual understanding. Therefore, a possible explanation for this hate could be the educational approach to teaching science, although we have no evidence to support the claim.

Unlike Joan or Jordi, this unpleasant emotion towards mathematics has not been regulated, as she demonstrating feeling negative emotions towards mathematics. The fact that the school did not prevent her hatred of mathematics has made Alba adopt a favorable attitude. She wished to teach mathematics in a different way as a future primary school teacher. For this reason, Alba decided that it was better to choose the interdisciplinarity specialty offered in the Teacher Education Degree, in order to be able to learn mathematics and mathematics teaching. Alba, who was taking mathematics when the discussion group was recorded, explained how the subject was changing her negative view of her school experience. From the Amat and Sellas (2020) study cases, it is also seen how prior negative emotional experience could promote empowerment to learn to teach differently from the way they were taught in school.

A) Group B Gisela, Neus and Nora

Gisela, Neus and Nora are members of group B of the science didactics course. All three females have not studied science since their high school years. Their experience of science schooling is mostly unpleasant.

As an overview, I identified 11 linguistic expressions that reflected emotions in the PST reflections (see figure 50). Most of them (8 EE), were related to unpleasant aspects regarding the perceived difficulty of the science content, the traditional pedagogical model used by the teacher and the misperception as a science student (see figure “x”). On the contrary, 3 EE were detected with positive valence concerning the interest in experiments and unspecific aspects of science education. In this phase, all EEs were individual, and did not take others into consideration in their emotions as their experiences were unshared.

ABOUTNESS		EMOTIONS														
Category	Subcategory	Irritation	Hate	Despair	Disappointment	Stress	Anxiety	Fear	Shame	Guilt	Surprise	Interest	Pride	Contentment	Pleasure	Joy
Nature of the	Society's development service															
	Ability to generate pleasure															
Prior teaching and learning	Global		1					1					2			
	Science content							1								
	Family support															
Self-perception	Teacher's Pedagogical Model			2	1								1			
	Self-improvement situation															
	Lack of science and math skills							2								
	Detection of own learning needs															

Figura 50. Group B Emotional Expressions in Context 1

Gisela

Gisela studied the social baccalaureate, and she has always had a clear idea that she wanted to be a teacher. She has been involved in the field of leisure education, doing summer camps and she likes “the leisure approach to education more than the academic one”. She is currently studying the music specialization program in the degree.

In her discourse, we did not detect any intense emotional expressions regarding Gisela's schooling years in science. But Gisela acknowledged that science “has never been my strong point, but I must admit that I liked it a lot”. A possible interpretation from her quote is that she felt insecurity with science but not in other subjects, perhaps influenced by her self-concept as science student. In this case, her apparent insecurity in science did not translate into a lack of interest in science, as Gisela stated, "I really like it." Insecurity was “never been my strong point”, showing that she was better in other areas. As we know from existing research, student teachers in general feel more capable of explaining literacy content than science content (Brígido et al. 2009).

Neus

Neus studied the humanities baccalaureate and defines herself as “a person of letters and not of science, as she had more ability with languages.” When she had to choose the baccalaureate, she thought, “No, not science!”. This expression with a high intonation in the negation “no” shows us that she was convinced that she would not do science during the baccalaureate. This could be interpreted as Neus felt incapable of performing the scientific baccalaureate, which shows her insecurity in science. As in Gisela’s case, Neus’ discourse implicitly carries the expression of her self-concept and identity as a science student. A possible interpretation of her words could be that Neus did not consider herself good enough to study science. Bandura (1997, p.75) defined self-efficacy as “the conviction that one can successfully execute the behavior required to produce outcomes”. As stated in the study by Yilmaz et al. (2016), having a lack of belief in your self-efficacy for science and in science teaching is associated with the emotion of insufficiency. In Neus’ case, we can interpret a low self-esteem in her expression “No, not science!” attributed due to the lack of conviction in her self-efficacy. As we know from existing research, teaching is linked to teachers’ personal lives, and their sense of identity and self-esteem is reversed in their practice as science teachers (Nias, 1996; Zemylas, 2002). In accordance with this idea, it is important to address how we could help PSTs to increase their self-esteem and self-efficacy in science education.

On the other hand, she also explained that in secondary school “I decided not to do the science baccalaureate because physics and chemistry were torture. Specially, Physics was hard. And the teacher wasn’t much help either.” Neus did not talk about the difficulty of the task like some of her classmates presented above, but rather about “torture and hardness”. These words are high intensity negative words that indicate an emotion that is closer to fear than anger. Following Turner’s classification of emotions, *terror* or *horror* are variants of the primary emotion of aversion-fear. Therefore, a possible interpretation is that Neus felt fear regarding physics and chemistry fields. As is well known, pre-service elementary teachers reported negative emotions in learning physics and chemistry (Brígido et al., 2010).

Furthermore, in the fragment she also highlighted the inappropriate role of the teacher. Therefore, probably the rejection of science was not only a factor of fear because of the physics and chemistry content, but of rejection of the subjects because of the teacher’s

intervention. When Neus said “the teacher was not much help either”, it could be interpreted that she is showing her disagreement with the teachers’ intervention claiming that she, as a science student, had insufficient support from the teacher.

Nora

Nora explained that in elementary school they did fun and interesting experiments, while in high school she was not motivated because most of the classes were lecture-based and theory-based. She explained “in secondary school I didn’t like science, and they didn’t motivate me because it was all theory, it’s just that in secondary school I got over it.” Like in Joan’s case, Nora also mentioned her lack of motivation, but Nora was not referring to the difficulty of the task, but rather to the excessive “theory” in the science classes. Nora referenced the term “theory” to indicate that these were lessons in which the teacher presented the information (i.e., the theory, the content) in an expository approach (i.e., lecture-based instructional approach). A possible interpretation is that Nora considers science teaching to be contrary to the teaching model she experienced as a science student. Nora positioned herself against the traditional teaching model where the teacher is the one who has the knowledge and transmits it to his students without taking into account the students’ prior knowledge and ideas (Ruiz, 2007). Nora subtly showed her orientations about how she believes science should be taught, positioning herself against the traditional teaching model. Contrary, we can interpret that Nora supported the pedagogical model from her primary schooling where she did “fun and interesting experiments”. Nevertheless, a study from Hamed et al. (2016), where they analyze the change of conceptions in future teachers about science teaching shows a high resistance to change the idea that activities are situations to test theory, instead of focusing on activities to facilitate the construction of students’ knowledge. Therefore, although Nora demonstrated her orientations in relation to not teaching science from a traditional method, it does not necessarily imply that as a teacher she would design and implement activities that respond to the student’ ideas of her students and that would help them to construct knowledge.

Until now, all the discourses of the previous PSTs were in relation to self-concept, in this case, Nora blamed her lack of motivation and interest in science on the way she was taught science at secondary school. This is consistent with the ideas of Vázquez and Manassero, (2008), on

how students' interest declines from primary to secondary school, and the lack of interest in science increases with the age and specially from females. They are attributed to a boring and irrelevant perception of science in their lives, and to the gender biased perspective associated with the professional role of a scientist.

B) Group C Judit, Mireia and Mariona

Judit, Mireia and Mariona are members of group C. All three female members are in their early 30's and they accessed the university after attending a prior vocational training course. Mireia and Mariona have significant experience using games as they are involved in educational projects in the field of non-formal education. All 3 PSTs have a vague memory of their science schooling probably because it has been a long time since their high school education.

As an overview, this group had not reflected extensively on their experience as science students, probably because of the time elapsed since school and they could perhaps not properly remember what their science subjects were like. I identified 3 linguistic expressions that reflected emotions in the PST reflections (see figure 51). Only 1 EE were identified with negative valence and 2 EEs were identified with positive valence regarding the interest of the science experiments. As was seen in other groups, in this phase, all EEs were individual emotions.

ABOUTNESS		EMOTIONS														
Category	Subcategory	Irritation	Hate	Despair	Disappointment	Stress	Anxiety	Fear	Shame	Guilt	Surprise	Interest	Pride	Contentment	Pleasure	Joy
Nature of the	Society's development service															
	Ability to generate pleasure															
Prior teaching and learning	Global			1												
	Science content												1			
	Family support															
Self-perception	Teacher's Pedagogical Model												1			
	Self-improvement situation															
	Lack of science and math skills															
	Detection of own learning needs															

Figura 51. Group C Emotional Expressions in Context 1

Judit

Judit is a student who has enrolled at the university from a vocational training course and is currently studying a specialization in the interdisciplinarity program. During the previous academic year, her internship tutor was one of the science education teachers at the university, so she already has some experience in teaching science.

When asked about her school experience in science she commented:

“I remember that in general I liked all the subjects, but what I remember most about science were the practical classes, normally after or during the theoretical part of each topic we did a practical part which consisted of doing some experiment, analysis...”

Although no clear emotional expressions can be observed in Judit's discourse, we can detect her orientations in relation to how to teach science. Judit has a memory about her science classes where she shows the duality between practical and theoretical activities. Like Nora from group B, she could consider that science teaching is a balance of this dichotomy from a superficial standpoint. Martí (2016) identified in his doctoral thesis that the dichotomous conception between theory and practice is a mediating aspect that influences the organization of TLS designs.

Mireia

Mireia is a student who has also enrolled in university through a vocational training course and is doing a specialization in inclusion program. Mireia said, “during primary school I was not very interested in science, but in high school, the subject of biology fascinated me.” Unlike Nora from group B, who experienced high school negatively, Mireia has a more positive memory of biology than of her primary schooling.

Mireia used the expression “biology fascinated me” showing her love of this scientific discipline, as Bonnette et al. (2019) referred to being fascinated as to being in love with science. Fascination is a construct that reveals an attitudinal level of motivation and entails a certain degree of curiosity, interest and identification with Nature of Science (Otto et al., 2020). Therefore, a possible explanation for her expressed emotion is that she felt an interest in natural science in high school. And Mireia's fascination and interest seem to emerge from her positive feelings connected with the biology content matter. As Schneiderhan-Opel and Bogner (2020) says, it is to be expected that fascination is reflected in the enjoyment of

learning scientific content. The authors believe that fascination could be a driver of students' science learning. Thus, Mireia's fascination could be the reason for her current predisposition to learn how to teach science.

As we know from existing research, in high school education, biology and geology are emotionally better considered than physics and chemistry (Brígido et al., 2010). This study is consistent with Mireia's case, who attributes her fascination with biology as subject matter, rather than science in general.

Mariona

Mariona is a student with a deep background in non-formal education, she works in an organization linked to leisure education and is also a scholar in the Department of Arts and Science Education at the university. She is studying an interdisciplinary specialization program and is a strong supporter of project-based learning.

Mariona stated, "I remember science very vaguely from my schooling, but I remember concrete activities such as the creation and experimentation of a volcano and activities around the weather station." As is known, it is common in science that the memory is about the experiment but not about the scientific ideas that were worked on. Mariona has the memory of making a volcano, but she does not remember the learning linked to it.

In Mariona's discourse no emotional expressions have been detected, probably, as we have said before, because science classes are a very distant memory.

7.1.2. Discussion of the context

All 33 EEs detected had individual ownership, where only the author was included in the emotion. According to Ahmed (2014), emotions play a relevant role in the configuration of the "I" and "we". For this reason, they give us relevant information on how they conceive the group and their bond with the group. In this context, emotional expressions are individual experiences that are not shared, and for this reason, the emotions that emerge only configure the "self", or the "self" in relation to their teacher.

The experiences of the PSTs during their school years in learning science are very diverse among the students. Each one has traced their own school itinerary, and we find experiences

that are more or less recent. While some PSTs took science subjects for the last time in high school (4 years ago), other PSTs have not studied science since high school (6 years ago). Other PSTs, who have taken vocational training before starting the elementary education degree at university, have not been science students for 8 or more years. Thus, the effort of remembering their schooling in science is different for each of them, and this could have interfered in the number of emotional expressions and their intensity.

Beyond the temporal moment of these experiences, we have also noticed that the PSTs expressed emotions in relation to three themes, termed aboutness categories: 1) about the nature of science; 2) about how sciences were taught to them; 3) about their self-concept as science learners. From their point of view, the discipline of science is conceived as necessary for the development of society awakening certain emotional expressions of interest and pleasure. Even so, when recalling science learning processes, we found many expressions of anxiety, disappointment, and despair due to the perceived difficulty of the science content and the traditional pedagogical model with which they were taught science, which in some cases led to demotivation. In contrast, we also detected some pleasant emotional expressions when reporting hands-on and experimental experiences in the science classroom that they considered fun and interesting. When they reflected as science teachers this motivation was conceptualized as an indispensable aspect for learning. The PSTs initially conceived that if students were not motivated, learning is impossible (Martí, 2016).

Finally, the emotional expressions of the PSTs referred to the self-concept as science students. More than half of the PSTs have shown the belief of lacking skills or abilities in science linked to emotional expressions of disappointment and anxiety. However, they seem to have derived to the acceptance of their perceived own limitations leading them to withdraw from the study of science. Only one PST (Jordi) followed the scientific itinerary and finished his scientific baccalaureate studies, who narrated his story of sacrifice remarking his pride in his ability to successfully pass the science subjects despite his professors' expectations.

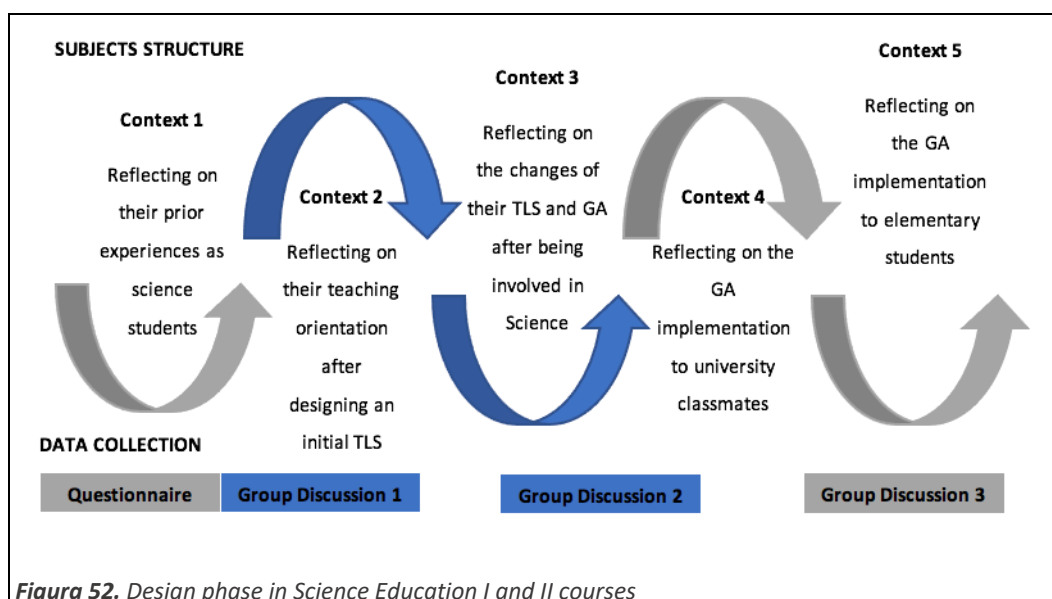
It is known that low self-esteem and confidence in learning science may influence PSTs' conceptions when positioning themselves as science teachers. Abell et al. (2010) argue that good science learners may reproduce the method of their learning, while dissatisfied learners may be open to exploring new ways of learning. One such example is the case of Alba who

decided to choose electives in science and mathematics to improve her knowledge of the subjects and their teaching.

7.2. Design phase of game creation

In order to present the results of the game design phase (i.e. Context 2 and 3), a subsection was first introduced to present the final GAs from each PSTs group. The purpose of starting by explaining the games is to allow the reader a better understanding of the results.

The 3 PST groups reflected on two contexts in this design phase (see figure 52) and the results show the emotional expressions of these two contexts. On the one hand in relation to the context of the initial design of a TLS, and on the other hand in relation to the context of the modification and revision of their initial proposal. Ultimately, the results of the design phase were discussed, including the results of both reflective contexts.



7.2.1. Game Design

The 3 PSTs groups were asked to design a GA for elementary students to promote learning about frictional force. The Science Education I course involved 28 lessons over 14 weeks for a total of 3.5 hours per week. During the first lesson, Arnau, their professor, provided them with the instructions to design a science TLS. They had to design a minimum of 5 activities, including a GA. They were also provided with a template document to describe the objectives,

the key science ideas, and the activity description for each GA. The following week an activity for each of the science topics (sound, heat, buoyancy, friction force, & light) was presented, to provide them with some ideas for activities and materials. The friction force activity was about rolling objects with different textures on a ramp to reflect on the idea of the force in the opposite direction of the object path.

PTS groups adapted this idea when formulating their GA design. The final game designs developed by each of the 3 PST groups are described. Table 33 explains the aims of the PSTs' games (Winning aims), what materials are required for playing the games (Materials), and how players should interact (Relation between participants). In the final column of Table 33, I explain a short science GA description (Description).

Taula 33. Game Activities descriptions. (Martín-Ferrer et al., in press)				
Group	Winning aims	Materials	Relation between participants	Description
Group A	To get your piece to cross the ramp faster than other pieces.	Wooden ramp, pieces with different textures, and chronometer.	Class group - Cooperative in small groups, but competitive with other groups.	A sub-auction is held where the students decide which piece with a particular texture to buy in order to achieve the goal of running a ramp quickly. Subsequently the pieces of each group are launched down the ramp and the data is collected in a table on the blackboard. The texture that has taken the shortest time to run the ramp wins the game. Afterwards, they reflect on the different results and on the explanation of why some textures slide faster than others.
Group B	To get your car to move as far as possible.	Wooden ramp, cars with different surfaces	Small groups - competitive with other students in the small group.	Participants freely choose a car to slide down the ramp and make it go as far as possible. Participants test the results of the different cars and note them down in their notebook. Then, students are given the opportunity to change cars up

		(sponge, cork, plastic...).		to three times. Afterwards they are asked which car they have chosen in different rounds, what can be concluded from the data collected and how certain cars stop before others.
Group C	To get your ball to go as close as possible to a previously marked point of the trajectory.	Wooden ramp, balls and 4 surfaces of different textures (grass, plastic...).	Class group - Cooperative in small groups, but competitive with other groups	Students choose in which order to place the surfaces in the ball's trajectory to determine the distance it stops. The team that gets closest to the marked point wins the game. This is followed by questions to reflect on what we have observed and what we can conclude.

Friction force games are all three activities with ramps, in which objects are used to slide. All the frictional force games contemplate textures as variables, although while groups A and B place them on the objects to be rolled, group C contemplates them on the surface of the ramp where the ball will slide.

The objective of group A's game is the speed of the object's trajectory, while groups B and C's objective is the distance the object reaches.

7.2.2. Contexts of reflection 2: Reflecting on their pedagogical orientation after designing an initial TLS

Once the PSTs had completed their initial game designs in groups, I conducted focus group interviews in which the PSTs were asked to reflect on their first phase designing a TLS to teach friction force. In the sections that follow, I will present analyses and findings related to emotional expressions in focus group interview 1.

A) Jordi, Joan and Alba

According to the results, 8 EEs were identified in group A (figure 53). Three of them were valued as unpleasant emotions concerning their lack of content knowledge and pedagogical reference model, while the other five EEs were pleasant regarding their interest in their own

learning process and satisfaction in identifying significant moments for the construction of their pedagogical model for science teaching.

In contrast to the previous phase, in this stage we identified emotions shared by the group. The unpleasant emotional expressions such as anxiety or despair refer to collective emotions, where the PSTs include their group members as they expressed their difficulties as a group in designing the TLS due to their lack of knowledge. On the other hand, the EEs of interest and contentment were of an individual nature where each one indicated their own experience and opinion regarding the subject and their personal motivation in their own learning process.

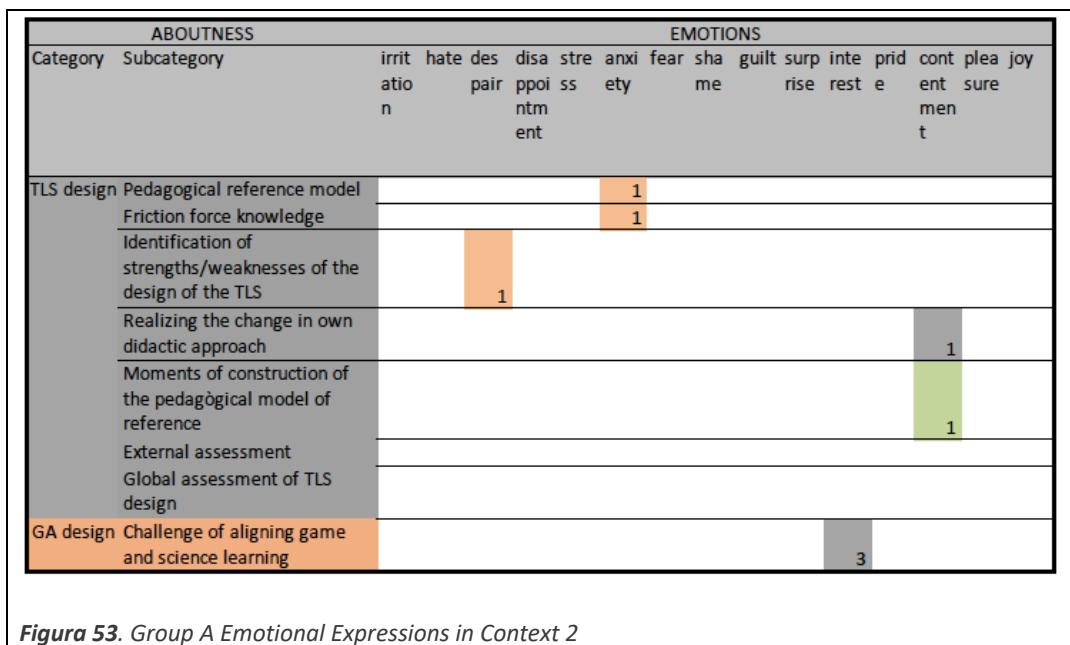


Figura 53. Group A Emotional Expressions in Context 2

When group A were told that the friction force topic had to be covered, they began to think about their knowledge of the matter and realized that the scientific content was not clear to them. Joan expressed “we started to look at the formulas, but we didn't remember anything.” We can observe from this fragment how Joan introduces the first problem faced when designing a TLS, which was the lack of knowledge on frictional force. This difficulty led them to search for information that resulted in a content based on theoretical explanations and formulas causing a sense of uncertainty. Despair was probably generated as Joan said “but we

didn't remember anything" as if they had given up. One possible interpretation could be that this lack of knowledge was due to a lack of confidence as science teachers. Several studies have shown that a lack of confidence in teaching science stems mainly from a lack of content knowledge (Appelton, 2003). Pre-service teachers often have the same science misconceptions as their students (Hope and Townsend, 1983), and this leads them to adopt inappropriate teaching strategies. Differently, the research of Martinez-Chico et al. (2015) showed that PSTs begin their initial training feeling qualified to teach science content and end it feeling less prepared when they realize the difficulty of teaching science. Conversely, in our case we see how the PSTs demonstrated their low confidence in science content from the first moment they were asked to design a TLS at the beginning of their training.

Group A mentioned that creating a TLS was difficult, because as students they had not had experiences in accordance with new science education approaches. According to them, "the lessons were very masterful", referring to the fact that they followed a traditional expository and reproductive activities. "They made me learn what was in the book, study the diagram and that's it", said Alba.

From this excerpt we can observe how Alba complains of not knowing how to design a friction force TLS because lacking a "proper" pedagogical reference model. With her argument we observe how she considered that the model of her schooling was not adequate. When she positioned herself as a science teacher, she was doubtful about the appropriate pedagogical model. It seems that this situation caused her anxiety, probably due to the uncertainty of how to teach science due to the inexistence of reference. This anxiety can be reflected in Alba's expression when she said "and that's it" as if she was disgusted with her schooling because she considered that it was not a proper pedagogical model.

As we know from existing research, students who are dissatisfied with their schooling in science, are often open to adopting other forms of teaching (Abell et al., 2010). Unpleasant emotions stemming from their schooling do not always promote obstacles but on the contrary serve as an activator of change, as in the research of Amat & Sellas (2020) or Imai (2010). In the case of group A, it seems that after justifying their lack of pedagogical references, and the lack of science knowledge, they began to explain their proposal which differed from their prior schooling experiences.

Presenting their TLS, the PSTs insisted on the improvements they could make and showed their insecurity in the decisions they made when designing the TLS. With fragments such as “You tried to do your best, but after attending some lessons with Arnau (the professor) you realize that...there are a lot of things to change (in the TLS design)” said Alba.

This fragment shows that since they had already attended a few classes after designing their initial TLS, they began to notice the necessary modifications to their proposal. And not only did they identify improvements, but they emphasized that the lessons were extremely useful. The PSTs agreed that putting themselves in the learner’s shoes was the best way to learn, as they were experiencing in the science classes. As Joan said, “besides teaching you science, he (the professor) is teaching you how to teach the class.”

From this event we can show how a duality of feelings was experienced. On the one hand, there was a certain sense of insecurity and lack of confidence towards the TLS initial design. This is because they started to recognize that their proposal was not entirely correct, but they still did not know how to improve it. On the other hand, they showed contentment with the lessons and interest in developing a reference pedagogical model.

Another aboutness appears when asked about the design of the GA. Otherwise, they showed interest in learning how to design a GA to teach friction force, as they considered it difficult but an excellent tool to teach science. Jordi expressed, "I think it is very complicated, but if you know how to manage it, it is a good tool."

In this fragment we see that Jordi conceived the game as a valuable educational tool, but when he had to design a game to teach friction force, he realized that it is complicated to design a GA. His interest in learning how to design science games was explicit in his speech. “There is one thing that is very good, the fact that the game varies a lot. It's like there are many screens, you have many variants, and a thousand things can come out. It is complicated for the teacher, but children would be all the time attentive to what will happen and what will not. I would like to master it.”

B) Gisela, Neus and Nora

As an overview, I identified 11 linguistic expressions that reflected emotions in the PST reflections (see figure 54). The 4 unpleasant EEs referred to emotions such as stress or

irritation due to the lack of a pedagogical reference model and to the lack of friction force knowledge, as we have shown in the previous group. The remaining 7 EEs referred to pleasant emotions, arising from the joy of discovering an educational reference model and identifying meaningful learning moments of knowledge construction.

It is a very empathetic group with very close relationships, this could be the reason why all the expressions in their speech are colored in orange, meaning that all included their group members.

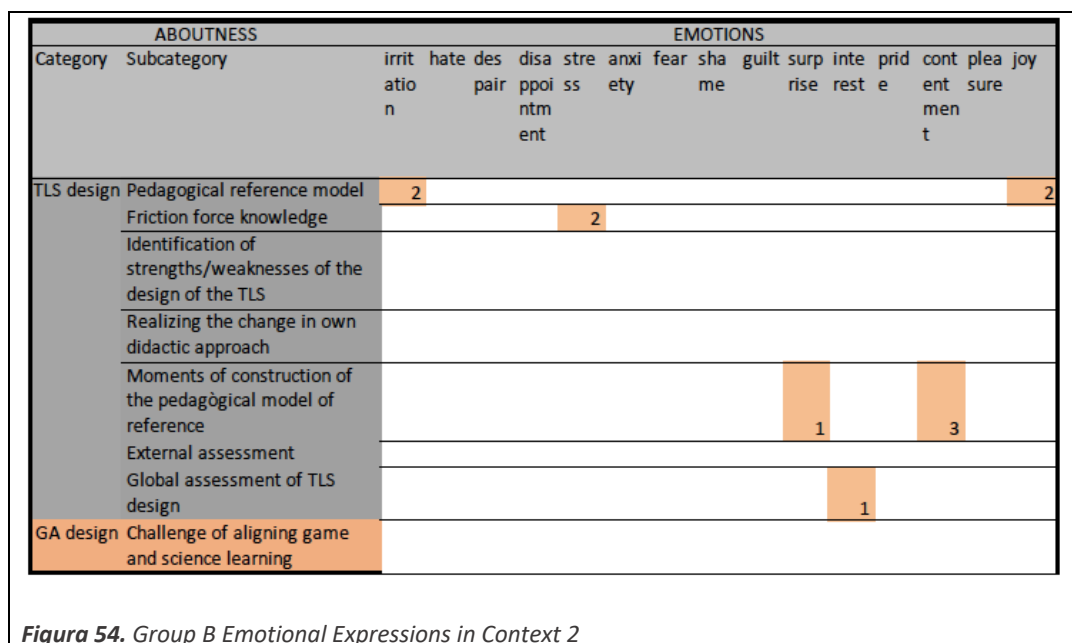


Figura 54. Group B Emotional Expressions in Context 2

When the PSTs were asked about their process of designing the TLS, they showed anxiety due to the lack of friction force knowledge, Gisela explained that when they discovered they had to work with friction force, they reacted with “uuaah! but what is this?” They said, “well we were really lost”. Initially the group was reluctant to do this science topic, until one class, when Arnau offered them some examples of how to teach the different science topics of the TLS. Gisela said, “I think we clung very much to the activities we were taught in class. We said, “this is the light!” We already know what the frictional force is, so we threw it out there.” The PSTs group used the resources learned at the beginning of the course to design their proposal, instead of relying on their ability to come up with something new.

From this episode we can observe a turning point from the stress generated by the fiction force topic to a contentment after the lesson that gave them orientations to model the friction force assignment. Stress was evident when Gisela said “uuaah! but what is this?” recreating the statement they said when they received this science topic. Also, the quote “we were really lost” showed their disorientation and lack of knowledge on the scientific content. A possible interpretation is that the difficulty of the task to design a TLS on friction force generated a feeling of stress in the PST group and this led to emotional distress. This initial moment of stress and frustration was probably caused by not being able to provide an answer to the assignment due to the lack of a pedagogical model of reference (i.e., the lack of the assignment correctness). According to Davidson et al. (2020), experiences of frustration and uncertainty about not knowing can provoke a pleasant sensation when discovering the answer. These moments of discomfort are necessary (and inherent) to scientific practice.

The PSTs expressed their contentment when they discovered some orientations on how to guide their design from one specific lesson. Their contentment was shown when Gisela reproduced the statement they said at that point in the course "this is the light". Using this metaphor, Gisela showed how the examples shown in the class were "the light" to illuminate the path they should follow.

Group B was enthusiastic about the way they were taught to teach science in the subject. Neus commented, “The methodology that Arnau (professor) uses is engaging, I love it”. Gisela followed, “we play as children, we experiment... Arnau (professor) is consistent between what he explains and what he applies with us, that is, he is doing the same that we should do with the children.”

From this fragment we can observe how Neus and Gisela agreed that the few classes they had done in the subject were appropriate for their involvement and learning. Neus showed her joy in experiencing the pedagogical model of the course, which was coherent with the pedagogical model they were constructing as future teachers. One possible interpretation is that by positioning themselves as science students in a reflective context about how students learn a specific science subject, it gives them an approach to the pedagogical model not only from the theoretical perspective but also by having their own experience as science students. The joy is evident when Neus said that it "is engaging, I love it", showing her involvement and

satisfaction with the approach of the subject. And by being present in the discussion groups we have been able to capture it. According to Turner (2007), joy is an intense emotion that arises from satisfaction and happiness. Although we could have categorized the emotion with other terms such as satisfaction, or contentment, according to Ortony and Turner (1990), the list of variations of the basic emotions can be attributed differently according to the author who analyzes them. In this case Neus seemed to show a rather intense expression, using words like "love", thus we have categorized it as joy.

Related to this result, the study by King et al. (2015) shows how happiness and joy emerge in science students in relation to the type of activity and the way it was carried out contributing to their interest and long-term learning memories. The authors show how demonstration activities and laboratory activities in science can provide opportunities for positive interactions in science such as interest and enjoyment in the classroom.

C) Judit, Mireia and Mariona

In this phase, 20 EEs were identified in the discourse of group C (see figure 55). I identified 17 unpleasant linguistic expressions of emotion from group C regarding their reflection after designing an initial TLS. Unpleasant EEs were caused by the self-perception of insufficient knowledge concerning three aspects: a) their lack of knowledge in the science matter; b) their lack of pedagogical knowledge; c) their lack of knowledge in game design. On the other hand, I identified 3 pleasant EEs when the group received feedback and external support from the professor, and when starting to build a pedagogical reference model.

In this reflective context, we identified that linguistic expressions did not only refer to emotions involving the speaker. Rather, the speaker included her group members in the expression, suggesting everyone experienced the same feelings.

ABOUTNESS		EMOTIONS														
Category	Subcategory	irritation	hate	dispair	disappointment	stress	anxiety	fear	shame	guilt	surprise	interest	pride	contentment	pleasure	joy
TLS design	Pedagogical reference model					1	4			1			1	1		
	Friction force knowledge		1			1	2									
	Identification of strengths/weaknesses of the design of the TLS						1		1							
	Realizing the change in own didactic approach															
	Moments of construction of the pedagogical model of reference															
	External assessment										1					1
	Global assessment of TLS design															
GA design	Challenge of aligning game and science learning					2	2									

Figura 55. Group C Emotional Expressions in Context 2

The reflection on the experience of group C when faced with the design of a TLS on friction elicited pleasant and unpleasant emotions depending on whether we were discussing challenges or achievements. The themes of their 20 expressions are representative of the aboutness of the emotional expressions evidenced in focus group interviews conducted with other students (i.e., groups A, B), although in the case of group C's emotional expressions there was more emphasis on the negative aspects of lacking "good" pedagogical reference models and being unfamiliar with scientific knowledge, when compared to groups A and B.

Unpleasant emotional expressions in this context were 17. In the following I will illustrate in detail a discussion fragment in which we have analyzed two negative emotional expressions.

When group C responded to the focus group question, "What was the experience of designing a TLS like for you (or your group)?", the PSTs expressed concerns regarding their lack of expertise about friction force content and lack of pedagogical knowledge to teach the content.

To illustrate students' emotional expressions associated with the need to learn how to teach friction force, I will draw on quotes Mireia and Mariona from the focus group interview with

Group C. In quote 1 below, Mireia expressed that her group lacked knowledge about frictional force whereas in quote 2 Mariona specified that her group did not know how to make school students appreciate the existence of an invisible force:

Quote 1

Mireia: "the friction topic remains far away, we really did not know what to talk about."

Quote 2

Mariona: "how do you really help children to understand that there is a force that they don't see, that makes a body stop? It stops because there is a force in the opposite direction, what do you mean?"

I interpret these two quotes to represent cases of emotional expressions involving *anxiety*. Anxiety is associated with threats to students' and teachers' feelings of self-adequacy and security brought on by their beliefs regarding one's ability to initiate, continue, or complete a task (Sinclair et al., 1974; Thomas 2006). When Individuals' judgement of their own capabilities to teach science is directly related to anxiety (Czerniak & Chiarelott, 1990). Overall, anxiety was present across the entire data set in 9 cases out of 17.

In quote 1, Mireia draws on the metaphorical expression "far away" to demonstrate that the content of frictional force was a distant memory within her group's knowledge-base. This distance metaphor for her and her group's memory refers to an inability to retrieve from memory the science content needed to work with elementary students. This feeling of inability to achieve their goal could be a trigger for anxiety, as the professor's own (or the group's) lack of belief in completing the task could provoke anxiety (Thomas, 2006).

When Mireia uses the expression "we really did not know", she is showing that the group lacks self-adequacy about the science content; frictional force. The adverb "really" is considered an intensifier and clearly reinforces the message of a speaker (Renkema, 2001). In discourse analysis, intensity is not analyzed in isolation, in this sense Wright et al. (1995) affirm that "really" carries some existential truth condition. In our case, this reference could indicate that they honestly did not know the content, indicating a certain degree of insecurity and low self-adequacy in their abilities. Mariona's later expression "how do you really help children", where again the word "really" emphasizes the importance of the problem. It can be interpreted as evidence of insecurity on how to guide students to learn friction force topic.

Mariona, in quote 2, makes her point ironically by stating two rhetorical questions “how do you really help children to understand that there is a force that they don't see, that makes a body stop?” and “what do you mean?” Mariona does not expect an answer, she merely asks the question to highlight the fact that she is dealing with a challenging learning situation. Focusing on the second question “what do you mean?”, Mariona imitated a possible answer from the students who, according to her, would not understand something they cannot visualize. According to the existing research, rhetorical questions are superficial interrogative questions, although they are affirmative statements or comments that do not require an explicit answer but do require the listener's participation in order to be valid (Frank, 1989). My interpretation is that this willingness to involve the listener, i.e. the discussion group, shows an aversion and fear which are the primary emotions from which anxiety arises (Turner, 2007). This small sample need for external evaluation could show lack of confidence. In accordance with our analytical framework, we have labeled Mariona’s linguistic expression as anxiety associated with the lack of confidence and in this case triggered by a complex task.

The PST lack of confidence to teach frictional force content may arise from the difficulty of this science conception which requires not only observing and analyzing data and facts, but also imagining a force that goes in the opposite direction. In this sense, teaching an idea that is not perceptible requires mastering the modelling scientific practices. As we know from the literature related to misconceptions about frictional forces, students consider that forces make objects move, but do not stop things. According to the students, objects stop because the force or energy stops (Topalsan & Bayram, 2018). Therefore, it makes sense that PST experience this feeling of insecurity before they undertake the Science Education course, as modeling is one of the fundamental practices of science education.

Another relevant moment of the discussion came after talking at length about the weaknesses of its design. Mariona's quote took place after reporting on the negative aspects of their design, which aroused unpleasant emotions. In this case, Mariona introduces a successful aspect of the design. Group C incorporated an engaging context designed to serve as a hook for student attention in the TLS (a company is asking for their help to build skateboards). This context of skateboard manufacturing served as a common thread in their sequence.

In this regard Bellocchi and Ritchie's (2015) findings revealed that after long sequences of complex interactions focused on complex tasks and understanding of scientific concepts, pride could emerge. In our research, PSTs are designing a science TLS, a complex task that requires an understanding of scientific and pedagogical concepts. These antecedents might have influenced her pride in being able to relate one positive aspect of their assignment out of many aspects to be improved.

Pleasant Emotional Expressions in this context were 3. I will now illustrate in detail Mariona's quote in which we have analyzed an emotional expression involving all members of the group.

Evidence for emotional expressions of pride was found in 1 out of 3 cases of pleasant emotional expressions identified in the data corpus. In the following quote from group C, Mariona explains how the group chose to include an engaging hook at the beginning of their lesson on friction. Pride was evident in Mariona's comments that related to her self-approval of she was advocating.:

Quote 3

Mariona: "what we have clear was that we wanted to start with a challenge. We invent...a question or challenge and this was the key, because of course... otherwise how do you get to class, and you say "hello, I'm here to do a friction class", well...it doesn't make much sense, does it?"

Pride is the result of a combination of satisfaction-happiness and aversion-fear (Turner, 2007). The opposite feeling is shame, and both are related to the presence (real or imagined) of relevant peer group (Collins, 2004). A person who feels pride is confident that she is in a good standing with the group, and others' opinion matters to her. (Cooley, 1992).

From her excerpt we can observe satisfaction when Mariona uses the expression "what we were clear about was", referring to the fact that the previous aspects were weaknesses or doubts about their TLS, but instead, the issue they present is a strength of their TLS. She uses the expression "to be clear about", showing that they are sure that using an initial engagement context is essential.

Probably this intense satisfaction came after having doubts about other issues, for this reason Mariona uses the expression "this was the key", as if they had found something relevant. According to the Dictionary of the Catalan language of the *Institut d'Estudis Catalans*, "la clau"

is what is necessary to know in order to understand something. (e.g., the key to a system, the key to an encrypted message, the key to an enigma). The term indicates the strong importance of providing a hooking context. Therefore, Mariona is adding value to their idea. We could interpret this intention to present their idea as an act of asserting their knowledge in this matter.

This willingness to show their success in relation to the initial activity shows their lack of shame, and demonstrates their confidence in the proposal. When she uses the expression "of course", she is showing her self-approval in the TLS initial activity. The expression is indicating that everyone should know that this is the way you should start a lesson. As we know from the existing research, pride and shame are two related emotions with self-approval (Cooley, 1992). Mariona's subsequent expression "otherwise how do you get to class, and you say "hello, I'm here to do a friction class", I interpret as a proof of self-approval of her proposal in the context of interactions with her group members. She interprets sarcastically what it would be like to be in a situation where a teacher starts the class without having an initial context, showing how strongly she was convinced of this position. On the basis of this analysis, I interpret that Mariona is exhibiting pride. My rationale for this is that Mariona was able to show her position against the idea of teaching without a prepared initial context because her group, which agrees with this idea, allows Mariona to express her position without fear or shame, the opposite feeling of pride.

Reinforcing the interpretation that Mariona is feeling pride because she feels energized by the group, she uses the expression "it doesn't make much sense does it?" The response of her group members was to nod in agreement. Although it is a rhetorical question, in which Mariona knows what the answer of her colleagues is, this question shows us how Mariona takes into consideration the group's opinion.

The group's emphasis on the importance of an engaging context at the start of the lesson plan is due to the fact that the group members have extensive experience in the field of informal education, where engaging initial problem situations are often used. In addition, in elementary teacher education courses on interdisciplinary education, emphasis has been placed on the idea of providing a meaningful initial context to provide meaningful learning situations. One possible interpretation is that Mariona felt that they were applying in this

assignment all this knowledge and understandings shared in previous learning experiences, she feels proud to be able to report on it.

Focusing on the design of the game, the group underlined the difficulty of simulating the frictional force through a game. They explained several proposals that came to their minds, such as a game of pulling a box with a rope, curling, or a race with socks with different textures. But all of them had too many variables to control.

Quote 4

Mariona said, “we didn't see them (the game ideas) clearly, because there was no constant force, the legs' strength was different.”

The PSTs' uncertainty is evident when they show the variety of activities they designed without a successful result, because no activity solves the problem of representing the friction force. As existing research shows, the emotion of insecurity is common at the beginning of the initial training course for teachers, as we see in the results of Jiménez-Liso et al. (2021a), who examine the emotions of 26 teachers-in-training over the science sequence.

7.2.3. Context 3: Reflecting on their pedagogical orientation after modifying an initial TLS

The following focus group requirement was to reflect on their experience on the process of reviewing and modifying the TLS throughout the course (i.e. Context 3). The PSTs were asked about the changes they made and to identify the meaningful moments for learning throughout the course.

A) Jordi, Joan and Alba

In Context 3, I identified 13 linguistic expressions that reflected emotions in the PST reflections (see figure 56). Most of them were pleasant EEs, while only 3 EEs were unpleasant emotions. The PSTs showed embarrassment or anxiety when negatively evaluating their initial TLS. Meanwhile, 10 pleasant EEs emerged when realizing their learning progress and recognizing significant moments of their learning during the course. In the PSTs discourse, some EEs included the other members of their group, but we also observed EEs referring to personal aspects that included only the speaker. There were also EEs that included the whole

class group, referring to the general contentment of some significant moments for their learning.

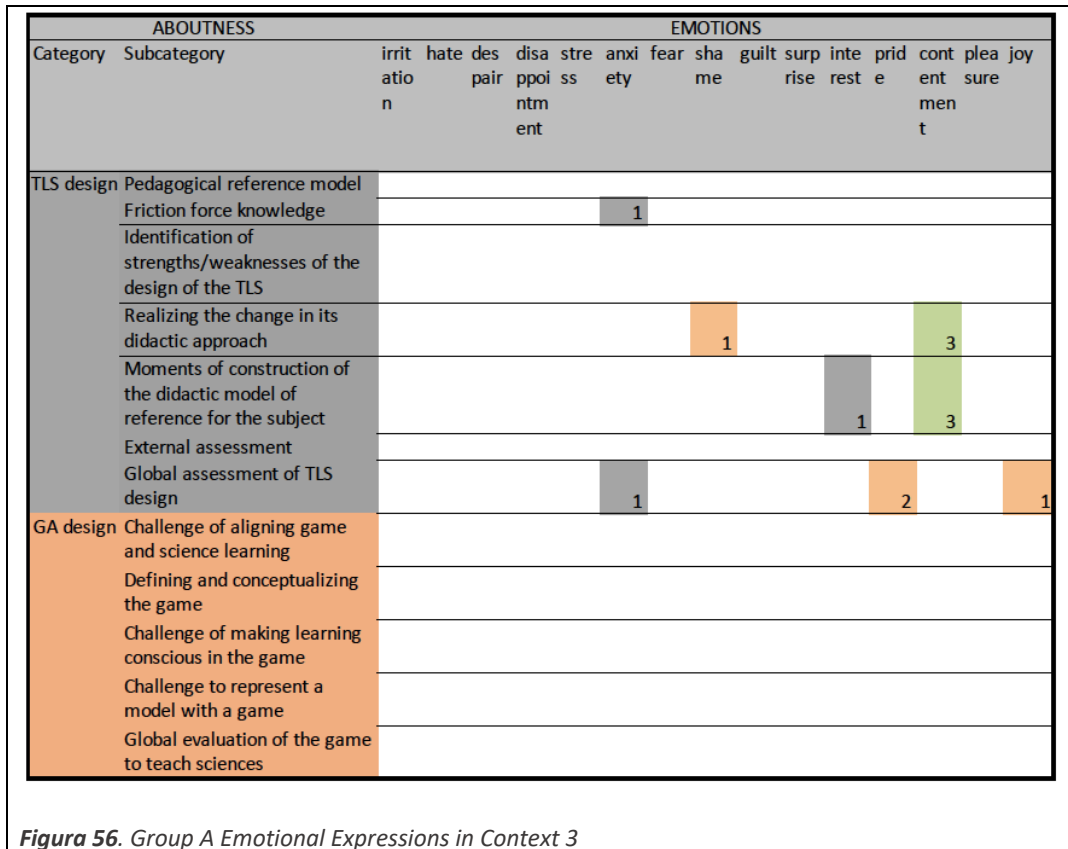


Figura 56. Group A Emotional Expressions in Context 3

After presenting the final TLS, group A started the discussion on the process of modifying the TLS, stating that this activity provided them with a learning context to apply their learning in the subject. One of the highlights was their contentment in realizing the evolution of their pedagogical approach and the significant moments in the subject where they had been able to develop new knowledge.

In contrast to the beginning of the course, in this phase their discourse was more concrete. Instead of discussing scientific content or pedagogy in general, they were able to specify more concrete aspects, such as the didactic function of the activities, or the application of questions according to their typology and function. Joan said, “the questions that we asked in each phase, at the beginning we asked them in order to ask them senselessly. In other words, we

asked them for the sake of asking them. And now we are able to justify why we asked them, what type of questions and so on.”

From this fragment we can observe how Joan showed his contentment by making sense of the type of question according to its didactic purpose. Contentment is evident when showing the contrast between before and now, "now we are able to justify why". Before refers to asking meaningless questions, while after attending the course, he is able to ask different questions to obtain different learning purposes. Contentment, satisfaction or joy in learning have also been investigated by other authors such as Jaber (2021) who reports the case of a physics professor. Jaber shows how the understanding of learning, the feeling that your reasoning "clicks", can provoke intense emotions. In this study, the teacher identified the importance of promoting more "joys of understanding" to his students in the science classroom.

One of the moments highlighted by the PSTs, that helped them to structure the science education course content was the synthesis session. Jordi expressed “the point is that the course was really good. The teacher explained everything we had done in class but from a more pedagogical point of view, and this also helped us a lot to prepare the didactic unit.”

From this fragment we can observe how Jordi liked the course, especially the lesson in which the TLS they had experienced as children was explained to them, but from the teacher's point of view. Jordi shows contentment probably because this session made him aware of his learning not only as a student but as a science teacher too. The satisfaction or contentment was evident when he expressed "the point is that the course is really good" showing his very positive evaluation of the course as a whole. A possible interpretation is that Jordi noted the evolution in his learning thanks to the activities proposed during the course. A significant moment was the synthesis activity, in which the PSTs reflected on their learning. As has been demonstrated by several authors (Couso & Garrido, 2017; Martí, 2012; Schwarz & White, 2005), the activity of revising the model, in this case the didactic model in science, is essential to evolving orientations. And as Sanmarti (2020) affirms, the final learning evaluation that takes place toward the end of the learning process can have a formative purpose since students become aware of their successes or to regulate future teaching processes of the same contents.

A) Gisela, Neus and Nora

In phase 3, I identified 12 EEs in the PST reflection (see figure 57). Most of them (11 EE) were pleasant EEs concerning four subcategories: a) identifying strengths and weaknesses of their TLS; b) being aware of the evolution of their pedagogical model; c) identifying and recounting meaningful moments in their learning, and d) successfully designing a science didactic game. In this group, only one stressful EE was detected recalling the lack of a pedagogical reference at the beginning of the course. In phase 3, group B was the only one to express all emotions including the other members of the group.

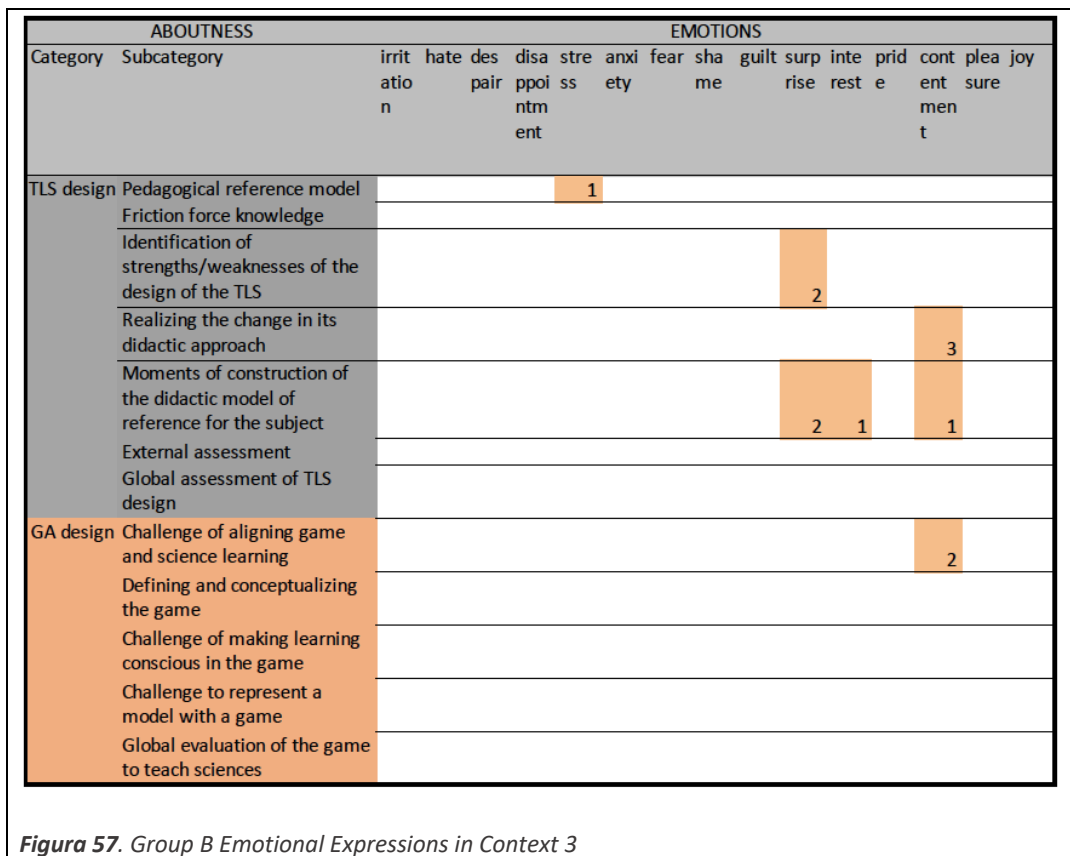


Figura 57. Group B Emotional Expressions in Context 3

The PSTs in group B explained their TLS review experience by expressing “we had no idea of formulating questions.” Nora continued, “and we didn't know about the phases (from learning cycle) either”, to which Neus added, “exactly, we didn't think it should have this meaning”,

referring to the progression of activities with different pedagogical functions shown in the learning cycle.

From this fragment, we can observe how the 3 PSTs reported different learning outcomes critical to modifying their TLS. This new knowledge led to a pleasurable EEs because it provided structure to their design. Although the students expressed negative quotes such as "we had no idea," "we didn't know," or "we didn't think," our interpretation is that they were not displaying negative emotions. Based on their tone of voice and the context in which this discourse is framed, they showed satisfaction by comparing their initial lack of knowledge to their learning progress throughout the course.

As we know from existing research, satisfaction and contentment are low intensity positive emotions that emerge from satisfied expectations (Turner, 2007). In this case, the course has fulfilled the expectations of the PSTs, since they are aware of their learning process. According to our results, the study by Jimenez-Liso et al. (2021a), showed how pre-service students involved in a science sequence initially showed insecurity and, as the sequence progressed, more students showed satisfaction and confidence.

According to Gisela, a meaningful experience was when the professor asked "why is this happening? leaving us with intrigue and worrying us all, and not telling us the answer until...and you were thinking in your head. And when he would tell you, you would say ah!".

The PST expressed the term "intrigue," which could be interpreted as a situation that aroused surprise in the PSTs. It was a situation that provoked intrigue in the students as they had to answer a counter-intuitive scientific phenomenon. Upon learning the answer, it generated a feeling of surprise due to the novelty and understanding of the answer.

These moments were significant to reflect upon and helped to evolve their orientations in relation to the Inquiry Based Science Education approach. As Evagorou et al. (2014; 2011) affirm "pre-service teachers need to experience the content, pedagogy and then transform it into teaching practices, but they also need to experience the difficulties of dealing with the uncertainty of the solutions in a socio-scientific issue, before they are able to design their own lessons" (p.70). Uncertainty and subsequent satisfaction in finding solutions will improve your relationship with the discipline (Jaber, 2021).

Finally, when asked specifically about the design of the game, two EEs of contentment emerged about the challenge of aligning aspects of the game with science learning.

Quote 1

Gisela: "there is a danger of falling into gamification. Of turning anything into a game, and saying, 'that's it' this is a game. No, this is not"

Quote 2

Neus: "like the kahoot game, it is an active activity but that's it.

Quote 3

Nora: Actually it's a questionnaire".

Quote 4

Neus: As it [the game] is more joyful, that's it

The PSTs apparently understood that not any game or ludic activity is appropriate for learning and teaching science. From this event, we can observe how the students conceptualized the game for learning science as differentiated from the concept of gamification. They showed their knowledge acquired during the course, since this differentiation between concepts took place in one of the sessions on games, which could be a reason to express their contentment. We can interpret a pleasant emotional expression when Gisela said, "there is a danger of falling into gamification", exaggerating that it would be a risk for education. Also, when she said "that's it" as showing that some teachers could remain comfortable demonstrating an activity without any pedagogical significance in accordance with her orientations. My interpretation is that Gisela was expressing her satisfaction in being able to show a clearer idea about games in education. Also the group agrees with the idea that games are good tools, but considering the well-planned pedagogical aspects. This common climate might have also helped them to share this emotion.

Following this, we observe how Neus gives an example of an activity that is not an educational game (i.e., the Kahoot). Nora responds by specifying that the Kahoot is a questionnaire, referring to the fact that we mistakenly interpret it as a valid educational game. Finally, Neus used the term "contentot" in Catalan language, which in English could be translated as joyful, but adding a specific suffix. Neus added the suffix "- ot", which in Catalan is used in the composition of derogatory nouns and adjectives. The term retains its meaning but indicates

a certain sarcasm. We can interpret Neus to mean that if an activity is a bit "animadot/joyfull" it is immediately mistakenly considered a game. In making this statement, Neus made it clear that she agreed with her colleagues. This alignment of ideas and emotional climate could be the reason why PSTs show contentment in identifying different games and the criteria that a educational game should accomplish.

B) Judit, Mireia and Mariona

According to the results, 23 EEs were identified in this focus group (see figure 58). While 8 EEs were unpleasant emotions, 15 EEs were pleasant emotions. Although some EEs referred to the identification of improvements in their TLS, this group devoted a large part of the discussion to talking about the challenges of game design for teaching science. Therefore, 14 EEs had an aboutness on game design, reflecting on 6 issues: a) the challenge of aligning science and game; b) the challenge of designing a game and not gamification; c) the challenge of designing a game according to the science topic or discipline; d) the challenge of designing a game and not an experiment; e) the challenge of making learning conscious in the game, and; f) the challenge of representing a model in the game.

In phase 3, group C had some disagreements about the game design, thus 13 EEs were not included in the social group, as they had individual opinions.

ABOUTNESS		EMOTIONS														
Category	Subcategory	irritation	hate	disappointment	disappointment	stress	anxiety	fear	shame	guilt	surprise	interest	pride	contentment	pleasure	joy
TLS design	Pedagogical reference model						1									
	Friction force knowledge						1									
	Identification of strengths/weaknesses of the design of the TLS												1	1		
	Realizing the change in its didactic approach													1		
	Moments of construction of the didactic model of reference for the subject										2					
	External assessment														1	
	Global assessment of TLS design													1		
	GA design	Challenge of aligning game and science learning			1											
Defining and conceptualizing the game				1									3	1		
Challenge of making learning conscious in the game													5			
Challenge to represent a model with a game		2														
Global evaluation of the game to teach sciences				1												

Figura 58. Group C Emotional Expressions in Context 3

Group C held an intense dialogue through which they constructed a new understanding of the challenges of game design. Comparing the aboutness of the challenge with the emotion triggered, it appeared that the challenge of aligning game and science, and modeling through GAs, elicited negative expressions, while other challenges provided both pleasant and unpleasant emotions. An interesting reflection from Mariona was, “I think that the difference between game, activity and experiment is very thin, then I find it difficult to apply a game because there is a content and an argument (to apply) and the majority of games do not have an argument.”

From this fragment we can observe how Mariona exposed her conceptualization of game, which differs from an activity or an experiment. Although she did not define each term exactly, we can appreciate how she attributed the argumentation action to an experiment but denied that the game included this scientific practice. Mariona demonstrated her interest and at the same time her disappointment when she realized that using game to learn science is not particularly effective. One possible interpretation is that Mariona, who has a wide

experience in the non-formal education field and consequently in leisure games, felt disappointment when she realized that games do not include actions corresponding to scientific practices. Consequently, it is difficult to design a game that can be used to draw arguments and promote the predictions or explanations of scientific phenomena. Disappointment or despair could be triggered by the contradiction to her initial expectations. Mariona expected to be able to design a game to teach science, in accordance with her initial view that a game is a useful tool for learning. According to Turner (2009) the expectation revolves around oneself (i.e. Mariona's previous experience), others and the context. But instead, when encountering a contrary reality, the expectation has not been fulfilled. Kind et al. (2017) state that if expectations are not met, negative emotions such as being disappointed or upset are experienced.

Continuing with this theme, Mariona presented her own idea of play as, "a feeling with a predisposition to play that does not matter the result, that is, with a freedom of enjoyment and pleasure". And later she added that mathematics can be learned by playing "but here (in science) I see it as a little more unfeasible".

In contrast, Judit, with a differing opinion to Mariona's, said "I think it is a good tool but of course it has to be well planned, ... but if you don't give it meaning ... without giving explanations and having them think, I don't believe you will see exactly if the children are applying what they have learnt". While Judit stressed the importance of reflecting on the scientific content in the game, Mireia, interpellated by her classmates to take a stand, declared that her opinion was mixed, arguing that depending on the science topic it was easier to learn by playing, giving the example of the biodiversity game presented in the subject. From this episode we can observe the different points of view from these 3 PSTs. Based on this, we can observe, firstly, the interest of the students to continue exploring the theme and, simultaneously, we recognize the lack of enough opportunities to develop this debate within the subject matter.

7.2.4. Discussion of the Phase

The design phase comprised two contexts in which the PSTs needed to situate themselves as teachers. On the one hand, the context of reflection on the initial design during the first week

of the course (i.e., Context 2), and a reflective context on the modification and revision of the TLS (i.e., Context 3).

The results showed significant changes between these two contexts. In context 2, the TLSs had an aboutness focused mainly on the difficulties in the design due to the lack of knowledge of both the scientific content and the didactics of science. Therefore, the EEs stood out for being unpleasant. However, the experience changed when they began to attend the subject lessons that provided them with knowledge and reflections that helped them to find solutions to their dilemmas during the design of the TLS.

In this sense, the PSTs in context 2 emphasized that carrying out a learning sequence on a science topic as if they were students contributed to a better understanding of the course ideas. Jimenez-Liso et al. (2021a) also illustrates how the scientific practices experienced during a sequence with pre-service students provoked a positive result in their emotions and achievements.

In context 3, we noticed a significant evolution, the EEs were mostly pleasant and referred to more specific aspects such as: the identification of the activities' didactic function within the sequence, the types of questions and their functions, or the identification of moments that have been significant for their learning, such as the synthesis and structuring lesson.

The EEs related to unpleasant aspects were mostly related to the challenges in the design of educational games. This aboutness caused different EEs and views concerning the game's potential for science teaching.

Unlike the moment of reflection on their previous experience, in this design phase the EEs included not only the author, but also the working group members, and in some cases even the entire class group. The latter referred mostly to EEs of interest and contentment because of their shared vision that the subject was helping them to progress in their learning. Thus, the PSTs started to shape the "we" thanks to their shared emotions (Ahmed, 2014).

The 3 PST groups' experiences were similar, although they differed in some respects. All groups first expressed anxiety or disappointment when facing their first TLS design, but also all groups showed their interest in following learning and their satisfaction with their learning progress. And finally, all groups expressed their contentment and pride in their success. These

results are consistent with the findings of Davidson et al. (2020), who showed the chronological reflections of four teachers based on: a) a feeling of struggle and anxiety; b) the determination to continue learning even with setbacks and uncertainty; c) a feeling of pride and profit.

On the other hand, in relation to the game design, groups A and B agreed on understanding the game as a useful tool to teach science, as long as the clear didactic intentionality was highlighted. Also, they agreed that it is not an easy task to design a science game. On the other hand, group C stood out for its deep debate about the game to learn science in which different opinions emerged among the students.

7.3. Implementation phase of game creation

In the following sections, we present the results of the game implementation phase (i.e., Context 4 and 5). The 3 PST groups reflected on two contexts: 1) the implementation at the university to their classmates; 2) the implementation at the school to elementary students (see figure 59). The results of the implementation phase are discussed at the end of this section.

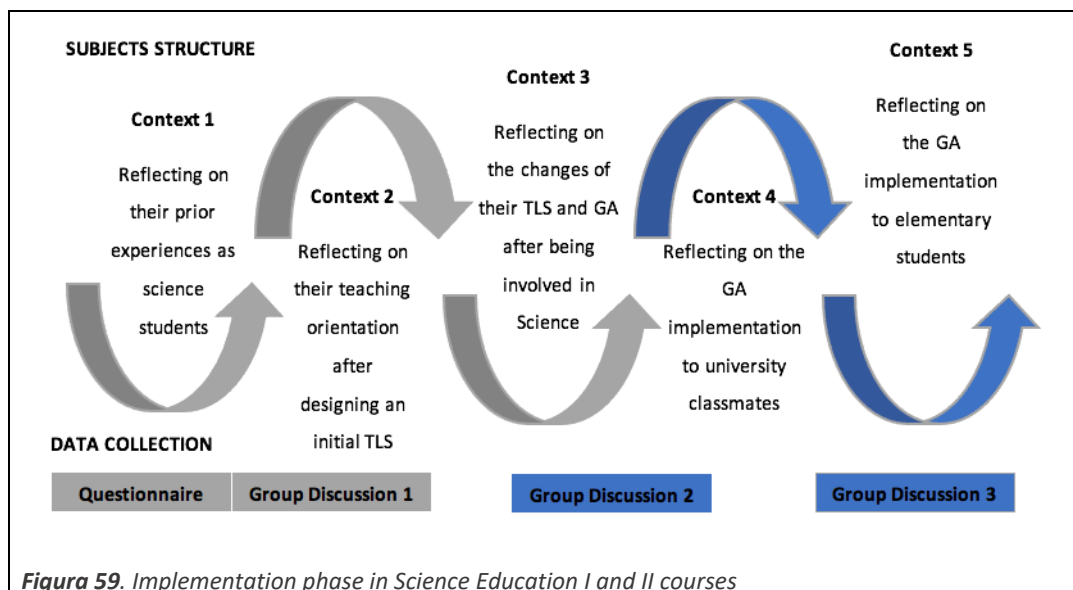


Figure 59. Implementation phase in Science Education I and II courses

7.3.1. Context 4: Reflecting on the TLS implementation to classmates in a microteaching context.

The following focus group requirement was to reflect on their experience on co-teaching the game activity to their classmates. The PSTs were asked about their experience during the implementation as a teacher and to identify the improvement aspects of its implementation.

A) Joan, Jordi and Alba

According to the results, 13 EEs were identified in this focus group (see figure 60). Some of them (7 EEs) were unpleasant emotions, related to the management of time and materials and concerning the difficulty in drawing conclusions and constructing explanations. On the other hand, 6 EEs were pleasant emotions related to the global implementation satisfaction, and regarding space and time. Group A only expressed one individual emotion, regarding the despair of the passiveness from the students during the activity.

ABOUTNESS		EMOTIONS														
Subcategory	Subcategory	irritation	hate	despair	disappointment	stress	anxiety	fear	shame	guilt	surprise	interest	pride	contentment	pleasure	joy
Global implementation													1	3		
Game management	Rules															
	Time									1		1				
	Space															
	Materials			2								1				
Science activity management	Draw conclusions					1										
	Construct explanations						1	1								
	Model representation															
students' emotional expressions management	Student's overexcitement															
	Student's GA Interest															
	Cheating															
	Student's lack of attention to objectives															
	Passive students				1											
	Student's use of materials															
Student's uncooperative attitudes																
External Evaluation																

Figura 60. Group A Emotional Expressions in Context 4

When the PSTs in group A were asked about their experience with the implementation, Alba said, “we had to go fast”, and Joan continued, “we hurried them, we told them to imagine this...we did it all very fast...we could have done it prepared...”, blaming themselves for not preparing the material with enough time. From this conversation, we can observe that the time management failed as their general feeling was that the experience happened very quickly. The PSTs could not calmly implement the game. We could see their guilt when Joan said, “we could have done it prepared”, showing that they insufficiently prepared their practice in advance. Joan identified that the mismanagement of time was caused by the lack of preparation. As we know from existing research “some teachers described feelings of guilt when a preservice teacher failed to achieve satisfactory outcomes on the practicum” (Hastings, 2008, p.502). In this case, they failed to manage their time adequately.

During the focus group, the PSTs identified a problem that caused misunderstandings in the reflection of one of the students. Some blocks of the material had subtle differences in size, which made another variable appear, apart from the surface texture. Jordi expressed, “it is also true that the weight is a key factor, but we had not (pause)...if next year we do it, a variable that we must control is that all the woods are the same.” Jordi moved quickly from reporting the mistake from a sense of despair, to recognizing it as an opportunity to improve their game. The despair was evident when Jordi stopped his speech after saying “but we had not (pause)...”. This pause prevented Jordi from continuing his speech, which seemed to be focused on justifying the mistake. A possible explanation is that Jordi thought that it was not necessary to focus on the mistake and look for excuses, but to focus on the solution. After the pause we see how he changed his speech announcing the mistake as a potential improvement area for the next implementation activity.

Another problem related to the data collection, that developed from stress to interest, was that two similar textures fell almost at the same time, and it was difficult to determine the winner. “There was one that by a tenth (was different from another). Well, ...I don't know, you know...So we threw them together so they could see that they were both smooth and they were very similar.” Jordi seemed stressed because they could not accurately calculate which piece of the game had arrived first. This resulted in a small conflict, as they couldn't determine which one had won. This caused a students' lack of focus in the science class.

However, by proposing improvements in their game, they exposed the solution, in a pleasant and interested way. “We should also improve the teaching unit by adding that we should measure the time 2 or 3 times (the path of the textured blocks) because of course...”, referring to calculating the average of 3 measured times.

From these two events, we can observe how PSTs from group A were explaining episodes that caused them stress or despair from not managing the material correctly and consequently having difficulties when performing scientific practices. One possible interpretation is that during the design context, they did not consider the planning of some specific aspects such as the measurements of the materials or the timing of the implementation. Therefore, in the co-teaching experience at the University, they encountered some problems that they had to solve by improvising. This caused the PSTs stress most likely due to the need for improvisation. As we know from existing research, the aim of microteaching contexts is to improve classroom management, time management, planning, and communication, to reduce nerves and emotions of anxiety and fear, among others, and to promote self-confidence (Bakir, 2014). The author's study shows how pre-service teachers in a microteaching context were able to identify weaknesses and strengths of their practice, improving their skills as teachers, as we see in this group case.

Bakir (2014) concludes that microteaching at the university provides a “supportive and safe environment where they could try out ideas and strategies and receive constructive feedback” (p.10). Contrary to the author's view, we also observe that the microteaching context can be an unsafe and dysfunctional context, if the classmates do not acquire the role of science student correctly. Joan expressed an EE regarding the lack of engagement of their classmates during their implementation. Joan explained, “we are already on Friday and all that... but they have chosen them (textured blocks) very fast... I mean that they haven't thought much about it.” From this fragment, we can observe Joan showed his despair with their classmates for not acting as willing participants.

Joan attributed the attitude of his classmates to the fact that it was Friday, and the PSTs were tired from the whole week, justifying their behavior. Although he did not identify a very intense despair, one possible interpretation is that he did not take microteaching seriously, as the reaction of his colleagues detracted from the importance of his practice.

B) Gisela, Neus and Nora

According to the results, only 3 EEs were identified in this context (see figure 61). Only 2 EEs were labeled as pride concerning rules management and the construction of explanations management. However, 1 EE labeled as despair was identified regarding the moment of constructing explanations. As in the previous design phase, all EEs were expressed including all group members.

The reason why only three EEs emerged in this context is because this group explained their experience in a most descriptive way. On the other hand, contexts 3 and 4 were discussed in the same focus group, since both activities occurred almost at the same chronological moment. Therefore, another reason that justifies the few EEs in this context is that they dedicated a large part of the focus group reflecting on the previous design context.

ABOUTNESS		EMOTIONS														
Subcategory	Subcategory	irritation	hate	despair	disappointment	stress	anxiety	fear	shame	guilt	surprise	interest	pride	contentment	pleasure	joy
Global implementation																
	Rules												1			
Game management	Time															
	Space															
	Materials															
activity management	Draw conclusions															
	Construct explanations			1									1			
	Model representation															
students' emotional expressions management	Student's overexcitement															
	Student's GA Interest															
	Cheating															
	Student's lack of attention to objectives															
	Passive students															
	Student's use of materials															
	Student's uncooperative attitudes															
External Evaluation																

Figura 61. Group B Emotional Expressions in Context 4

During the focus group, the PSTs were proud to have introduced the rules of the game, to avoid cheating. As their GA consisted of leaving the block without pushing, and this could easily lead to a group pushing their block to win, the PSTs stated this premise explicitly.

Regarding the science GA management category, they were proud of not having revealed the solution from the beginning. If we recall the previous phase of this group, they already emphasized that one of their meaningful learning moments was when they were not given the solution. As is known being imposing from the very beginning, “the correctness of science” has serious consequences on how students experience science (Jaber, 2018).

Finally, like Group A, the PSTs showed that the microteaching context was unrealistic, as their classmates already knew the correct answer to their questions. Gisela said, “our classmates are adults, and they were clever, and from the very beginning, just after starting the first round, they already said “you, you, I want this one that slips.”

From this fragment we can observe how Gisela, like Joan from group A, associated the microteaching as an inappropriate context to practice their skills as teachers. In this case, Gisela explained that the frictional force content was known to their classmates, so from the beginning they already knew which block was the best one to win the game. A possible interpretation is that the students' knowledge of the science content provided a context in which they could not rehearse how to guide a dialogue to construct explanations, provoking some despair. Despair was evident when Gisela said imitating their classmates while fighting to reach the best textured piece with sarcasm “hey, hey, I want this one [textured piece] that slips better.” By imitating her classmates in this way, she seemed a little disappointed by the lack of usefulness of the microteaching context.

C) Judit, Mireia and Mariona

According to the results, 8 EEs were identified in this context of reflection (see figure 62). Only 3 EEs were labeled as pride and interest concerning time management and the construction of explanations management. On the other hand, 5 EEs labeled as despair are identified regarding materials management, the moment of constructing explanations, the cheating from students and external evaluation. For the first time, group C expressed all emotions including the social group.

ABOUTNESS		EMOTIONS														
Subcategory	Subcategory	irritation	hate	despair	disappointment	stress	anxiety	fear	shame	guilt	surprise	interest	pride	contentment	pleasure	joy
Global implementation																
Game management	Rules															
	Time														1	
	Space															
activity management	Materials			2												
	Draw conclusions															
	Construct explanations			1								1	1			
students' emotional expressions management	Model representation															
	Student's overexcitement															
	Student's GA Interest															
	Cheating			1												
	Student's lack of attention to objectives															
	Passive students															
	Student's use of materials															
Student's uncooperative attitudes																
External Evaluation				1												

Figura 62. Group C Emotional Expressions in Context 4

Group C also had difficulties with the material, similarly to group A. PST identified two non-functional aspects. Firstly, the ramp through which the balls had to be moved was too narrow. Secondly, the grass surface was higher than the rest of the textures and caused a little step that slowed down the ball. Mariona said “there have been (incorrect) things, the ramp is very narrow, so the ball falls off the ramp. Instead of launching it from the beginning of the ramp, we had to do it from the middle because the ramps would have to be much bigger, otherwise it would fall off the ramp before reaching the textures”. Mireia followed with “and this, was not foreseen. Of course.”

From this fragment, we can observe how the PSTs explained their problems with the materials showing their low intense despair. Despair could be identified by the context of failure and with the discourse when Mariona said, “there have been (incorrect) things”, showing that during the implementation there were some mistakes mismanaged in advance. Also, when Mireia said, “and this, was not foreseen” demonstrating it was an unexpected situation. Further on in the conversation we see how the issues with the materials led them to improvise an alternative solution, which also failed to achieve a satisfactory result. As we know from

existing research, microteaching is a useful method for practicing skills as a teacher in an environment where there is a lower risk of failure (Erdem et al., 2012, as cited in Bakir, 2014) as it is conceived as learning and not as defeat. This is perhaps the reason why in the discussion of the PSTs there were expressions such as "of course" referring to the fact that of course there have been problems in its practice. A possible explanation is that the PSTs conceived of this micro-education context where failure is inherent.

Regarding time management in the game, the PSTs were proud of their time management. "We have added a competitive component, which students enjoyed a lot: "you have one minute to experiment, the objective is this", and... "10 seconds left, 5, time". The time factor has been the key to motivating them a little." Mariona said, and Judit followed, "they (the students) had to think fast." The group used the game's time element to make the challenge more difficult, which was to place the surfaces for the ball to travel far away. According to their orientations, they added competitiveness to the activity by structuring the timing and provoking the students to think fast, in order to make the game more fun. From the first fragment, we can observe how Mariona showed their pride stating, without hesitation, that the competitive component was very well-liked. A possible interpretation is that Mariona was proud to have proposed a game with a time-related challenge because in her expression "10 seconds left, 5..." she is simulating the order to start the game. This representation shows how Mariona is proud of this part of the activity, which was exciting.

The PSTs also explained that their classmates had cheated a lot, which distorted the educational objective of the activity. Judit said "Even so, college students with only one and a half minute had time to cheat, eh?" Mireia continued "my god...they did a lot of (cheating), plus they were excited." One possible interpretation is that the challenge of promoting time limitation caused students to cheat more because of their overexcitement. The students showed their despair because of the improper behavior of their classmates. The EE could be identified from their tone of voice, but also from Judit's statement "with only one minute and a half", reinforcing the idea that they were cheating even though they had little time to cheat. Also, Mireia's quote "my god" shows puzzlement in their classmates' performances.

Finally, as also noted by groups A and B, the microteaching context did not provide a suitable environment for its practice. In this case, the PSTs explained that the GA is the last activity of

their TLS. Therefore, it aims to apply the knowledge acquired during the TLS in this new game context. The problem is that by implementing only the GA the students “didn’t have arguments to answer many questions because they had not worked on the topic before.” Like group A and B, they considered that this context is not sufficiently realistic, in this case because only one activity of the entire TLS is applied.

7.3.2. Phase 5: Reflecting on the TLS implementation to elementary students in a microteaching context.

The following focus group requirement was to reflect on their experience on implementing the GA in a real school environment with elementary students. The PSTs were asked about their experience during the implementation as a teacher and to identify the improvement aspects of its implementation.

A) Jordi and Alba

According to the results, I identified 14 EEs in the PST discussion (see figure 63). Most of them (10 EEs) were unpleasant EEs regarding the game aspects management (rules, time and materials), and students’ emotional expressions management. Adversely, only 4 EEs were pleasant emotions concerning the evaluation of the global implementation or regarding the rules’ management and model representation.

The EEs involved all the members of the group mostly relating to shared experiences of stress in implementing the GA and expressing the global assessment of the activity. On the other hand, individual EEs were expressed on four occasions to explain individual concerns.

ABOUTNESS		EMOTIONS														
Subcategory	Subcategory	irritation	hate	despair	disappointment	stress	anxiety	fear	shame	guilt	surprise	interest	pride	contentment	pleasure	joy
Global implementation														1	1	
Game management	Rules					1				1		1				
	Time					1										
	Space															
	Materials					2										
Science activity management	Draw conclusions															
	Construct explanations									1						
	Model representation												1			
students' emotional expressions management	Student's overexcitement					1										
	Student's GA Interest															
	Cheating															
	Student's lack of attention to objectives					1										
	Passive students				1											
	Student's use of materials															
External Evaluation	Student's uncooperative attitudes															
		1														

Figura 63. Group A Emotional Expressions in Context 5

In this case, only Alba and Jordi participated in the focus group, since Joan was studying abroad.

In relation to the subcategory of game management, Alba and Jordi expressed problems with the material, time, and a lack of clear introduction to the GA rules, which caused them stress at the time of implementation.

An example of this is that they were expecting to have a blackboard, Alba explains, "our idea was to get there and write down the results on the board "group 1, so many minutes, with the sponge surface", but there was no blackboard, and this was terrible! Well, there was a small one and a digital board that worked like... oh my God! It was difficult to write there." From this fragment we can observe how Alba was dramatically explaining an episode that caused her stress by not having a board that met her expectations. A possible interpretation is that during the co-teaching experience at the University, she used the whiteboard to record the results of each group successfully. The data information on the whiteboard helped them to draw conclusions and argue about the possible scientific explanations of those results. For Alba it was important to be able to write down the results, and not being able to count on the whiteboard caused her stress. This stress was evident when Alba said "it was terrible" or

when she treated the alternative digital board as a difficult object to use, expressing "oh my God! It was difficult". As we know from existing research, labels such as stress, anxiety and frustration are used to explain the emotional distress (Hastings, 2010).

Concerning the subcategory on science activity aspects management, their expressions were not very intense, but they showed interest and concern in asking good questions to be able to reflect. Jordi expressed, "when you are not used to teaching classes and you are not very experienced, you need to have the questions at hand to be able to achieve what you want to in the learning process..." Focused on solving the identified problem of not knowing how to ask appropriate questions. From this fragment we can observe how Jordi pointed out the importance of the prior planning to promote learning by asking questions at different moments of the process. As we know from existing research, it is "important that teachers have clear purposes for each science lesson and that they coordinate questioning toward particular directions" (Koufetta-Menicou & Scaife, 2000).

During the game, elementary students were "very nervous and very impatient to shoot", explained Alba. Jordi followed "maybe they were not so concerned about the result and the "why", but more about playing, shooting and getting the piece to fall very fast, and this distorted the dynamics a bit." Alba and Jordi attributed this situation to the lack of material, to avoiding being nervous and to, "this implicit part of the game of "I want to shoot, I want to shoot"," referring to the fact that the game usually provokes this overexcitement, consequently distorting the educational focus.

From this event we can observe how Alba and Jordi reacted to the student's emotions of feeling stress while playing. The GA caused a lack of attention to the scientific practices proposed by the PSTs, and a greater attention to the ludic actions. A possible interpretation is that the temporary lack of control of the activity caused stress which is evident in the tone of both Alba and Jordi who sped up their speech and repeated words such as "I want to shoot; I want to shoot" showing intensity in the action of throwing the object. As we know from existing research, teaching is a stressful occupation, especially for new teachers (Harris, 2011). Stress is a combination of a "stressor" which triggers the stress, "stress reactivity" relating to how the stress response is activated which is the fight or flight response as an involuntary nervous system reaction, and the "tension" as the final result like a behavior change

(Greengerg, 2011). We could not see Alba and Jordi's reaction to stress in situ, but in their discourse, it seemed that they felt a role of ambiguity, which teachers can feel especially when they are beginning their careers (Harris, 2011). The PSTs attributed the responsibility for the distortion of the classroom to their teaching practice considering that they should have brought more material to avoid conflict between students. Thus, the PSTs focused on increasing the material to avoid overexciting students' emotions, allowing them to launch without waiting, rather than proposing modifications in the communicative intervention as teachers.

Finally, Jordi attributed an intrinsic motivational nature to the game saying, "this implicit part of the game of "I want to shoot, I want to shoot" showing their conceptualization of game, as an inevitably motivating activity. This extreme motivation that leads to competitiveness among students to see who throws the object first, caused the disruption of scientific practices. As is well known from research, excessive competitive activities can cause impediments to learning such as provoking anxiety, impeding on-task learning and decreasing autonomy and responsibility in learning (Kohn, 1992).

Finally, an example from a situation about an external evaluation is when Alba explained that the 3rd grade teacher was in the class intervening frequently. Sarcastically Alba said "it seemed like she was a bit afraid that...eh? (she looks for Jordi's approval while laughing), yeah like... "they won't understand, I'd better do it myself". Very random!" Contrary to Alba, Jordi considered it an action to help them clearly explain the activity.

According to her, the teacher thought they were explaining the activity unclearly, and this was the reason why the teacher stops their intervention to clarify the activity instructions. We can observe how Alba was irritated by the teacher's intervention when imitating the teacher's voice in a sarcastic way. She said "they (students) won't understand". A possible explanation is that Alba felt that she was being evaluated by the teacher and this situation irritated her.

B) Gisela, Neus and Nora

In this context, I identified 16 EEs in the PST group discussion (see figure 64). Unpleasant EEs (9 EEs) referred the game aspects management (time and materials). Contrarily, only 5 EEs were pleasant emotions concerning rules management, the satisfaction on construct

explanations. Finally, 3 EEs were labeled as surprise which is difficult to valance between pleasant or unpleasant, concern the students 'emotional expressions management and drawing conclusions. All the expressions in their speech included all group members.

ABOUTNESS		EMOTIONS														
Subcategory	Subcategory	irritation	hate	dispair	disappointment	stress	anxiety	fear	shame	guilt	surprise	interest	pride	contentment	pleasure	joy
Global implementation																
	Rules														1	
Game management	Time					4				1						
	Space															
	Materials			1		1				1						
activity management	Draw conclusions										1	1				
	Construct explanations															
	Model representation														2	
students' emotional expressions management	Student's overexcitment															
	Student's GA Interest															
	Cheating															
	Student's lack of attention to objectives															
	Passive students															
	Student's use of materials										1					
	Student's uncooperative attitudes														2	
External Evaluation																

Figura 64. Group B Emotional Expressions in Context 5

During the Science Education II course in the fourth year of the degree, one person joined this group, so two different interventions were organized in 2 parallel classes - 2 PSTs in one classroom, while the other 2 were implemented in another classroom. Finally, this person couldn't attend the intervention, so the PST group decided to perform both activities together and to dedicate less time to each workshop. Therefore, four EEs of stress relating to time management were identified. Neus expressed “we were going very fast”, and Gisela added “it was a bit chaotic.” Also, Gisela stated “we have seen that the children went more slowly (than the university students). And maybe we have immediately started.... "Let's give this group a little push" Well, let's say "come on, let's do this, let's do that, how would you see it?“.

From this fragment, we can observe how the PSTs were feeling stress because the time was running out. The PSTs decided to structure the lesson by organizing some student groups ' actions step by step. As we know from research, feeling negative emotions during microteaching may cause prospective teachers to modify their practice toward strategies that

allow them more apparent control of the classroom. As a result, they feel more confident, although it affects their self-efficacy in teaching science (Brígido et al, 2010).

Regarding science activity management, Group B expressed contentment "We liked it very much because it was very clear that it depended on the surface and the material why it was more or less flat." Even so, according to Neus, "we have seen that some people were saying the opposite of what they had seen, Gisela said, "...yes ... we were surprised by that". The PSTs expressed surprise because some students were answering questions without coherence with the observed evidence. One possible interpretation given by the PSTs is that maybe they made the wrong launch, or the object bounced off the wall. Even though the PSTs reported that there were groups with different results, they ignored it and continued with the next step of the activity. Therefore, contrary to expectations, the PSTs did not show a responsive attitude (Jaber et al., 2022).

The PSTs reacted to the uncollaborative attitude that the students had, which was deviating from their orientations "they were a very competitive class, they argued a lot", said Gisela. Neus added, "it's something that is very difficult for me to understand, something very ugly. It's something that surprises me a lot". This competitiveness among the students did not come from the game, as the PSTs explained that they did not set any competitive objectives. In fact, when I asked them how they had set up the game's objective, they answered "no one was winning, we said, we'll make a game of throwing cars... Let's see what you see, which ones get far, and which ones get less."

From this fragment, we can see how the PSTs were surprised because the students were acting in a competitive way, without promoting the competition in the GA. Following their comments, competition emerged between students because they wanted to perform all the actions they proposed. Instead of cooperating within the same group, students were arguing because all of them wanted to launch a car down the ramp and wanted to write down the conclusions and answer the PSTs' questions. Surprise is evident because the PSTs directly referenced the emotion.

C) Judit, Mireia and Mariona

According to the results, 18 EEs were identified in this focus group (see figure 65). While 15 EEs were unpleasant emotions, 3 EEs were pleasant emotions. Unpleasant emotions referred to the aboutness of students' emotional expression management. While the other 3 EEs were focused on game management (materials and space). The EEs mostly involved the members of the group as they shared the implementation experience. Contrarily, individual EEs were expressed in three occasions to explain individual concerns. In phase 5, group C again had some individual EEs that did not include the other members of the group, because when implementing the game, they divided elementary students into small groups, and each one had personal experiences conducting different groups.

ABOUTNESS		EMOTIONS															
Subcategory	Subcategory	irritation	hate	dispair	disappointment	stress	anxiety	fear	shame	guilt	surprise	interest	pride	contentment	pleasure	joy	
Global implementation																	
Game management	Rules																
	Time																
	Space									1		1					
activity management	Materials			1													
	Draw conclusions																
	Construct explanations																
students' emotional expressions management	Model representation																
	Student's overexcitement					5				1							
	Student's GA Interest													2			
	Cheating	1															
	Student's lack of attention to objectives			2		1											
	Passive students										1						
	Student's use of materials					1											
	Student's uncooperative attitudes			1													
	External Evaluation																

Figura 65. Group C Emotional Expressions in Context 5

During the focus group, the first aspect introduced was the material management. Mariona mentioned, "we have had problems with materials again. Here we found that the ramps were very narrow, and the textures were very short. This time we said, well let's make it wider, and even so (it didn't work) I think it's because we didn't place the support well under the

ramp and it deviated.” The materials were inadequate because the textured surfaces were undersized so keeping the ball on track was challenging. Although the problem with the material had already been identified in the previous phase, it could not be solved and some problems with the sets were encountered which caused despair. This repeated experience triggered despair by not solving the problem from the last microteaching context. Despair is evident when they focused on the idea that this is not the first time with material problems.

Mariona’s groupmates concurred with her statement specifying the undersized material triggered an emotional situation pointing out that “they (the students) were in a hurry to place the textures after the ramp, and they were very restless, the textures were crooked, and the ball went off of the path. No matter how much we said, “you must leave it, without pushing” they gave it impulse, and it went to the side. Then it was difficult to get it over the textures.” Empathizing with the students, they identified students’ overexcitement provoking a two-way reflection giving them the opportunity to improve their game design but also their teaching implementing the game. Thus, on the one hand, they attributed the students’ overexcitement to inadequately designed materials and therefore to being unable to play following the game rules, while on the other hand they attributed the incorrect surface placement to the students’ excitement, and therefore to their inability to decrease the intense emotional climate and to explain clearly how the material should be positioned or launched. One possible interpretation is that students’ overexcitement provoked stress generated by the lack of strategies on how to manage students’ emotions. Stress is evident when the PST said “No matter how much I said...” showing that she had to repeatedly tell them how they should make the move without succeeding. As we know from existing research, recognizing students’ emotions implies the possibility of being able to shape students’ experiences of constructing meaning and knowledge (Jaber et al. 2018).

Following this event, we can observe how the PSTs outlined two modifications to consider in further implementations, one focusing on the size of materials, and another with organizing groups by turns to decrease the intensity of students’ emotions. One possible interpretation is that the mismanagement of materials triggered reflections on students’ emotions and also led to constructing new ideas regarding the connection between the materials and the rule designs which determines the relationship between participants.

Also, another EE focused on the students' overexcitement. Judit stated "at the moment of the game it was like a 'revolution.'" Mireia expressed her stress by saying "I had to be very attentive to really get what we wanted. Because they were moving, taking a lot of textures...of course, new material, new things.... "oooh" (expression imitating students), they were excited." From this fragment, we can observe how the PST associated the students' emotions of overexcitement to the game. Stress is evident when Judit said, "revolution", showing that the situation was out of control. As we know from existing research, student behavior may be an aspect that justifies teacher stress and burnout (Jacobsson, Pousette, & Thylfors, 2001). The rules of the game explained at the beginning of the activity were broken by the students who started to play with the materials freely. A possible interpretation is that the situation generated a feeling of stress, and this feeling led the PSTs to modify their intervention by emphasizing the structure of the game (rules, turns, objective...) and assessing each of the students' playful actions.

Finally, the students' lack of attention to objectives was another of the aboutness that caused the EEs of despair and stress. Mariona stated "I think that the game instructions have been a little fuzzy because, there was a lot of noise, and they were all rowdy...there were 26 children altogether", Judit followed "it was very difficult to get them to listen to us", and Mireia added "Yes, because some groups ignored what we asked them "*what premise do we have to achieve to win now?*" And they answered the opposite of what we had said." The students were engaged in throwing the ball along the textures but without considering the game objective, and even less the learning objective.

From this event, we can observe that although the game rules were explained at the beginning of the activity when the students were "sitting in their chairs and half silent" according to Mariona, the students placed the cardboard surface when Judit pointed out that the objective was to reach the minimum distance, to reflect on which textures provide the most friction to the ball. Judit attributed this situation to the excessive number of players per group and the lack of cooperation between them by explaining "it's normal, there were 26 kids, only one pulls the ball, there's always the leader who wants to take everything and it's complicated." Moreover, Mariona attributed the lack of attention to the objectives to a desire to explore other options with the material, such as changing the inclination of the ramp:

They were not attentive, they wanted to try more, more textures and more things, and more things. "And can't we pull from here? And if we change the inclination of the ramp?, can we make it faster?" Of course, then it was a bit of a mess.

Stress and despair are evident in the PSTs' expressions, such as by Mariona saying "a lot of noise", showing the lack of control in the classroom, or when Judit said "it was difficult" showing that they did not know how to solve the problem. Also, when Maria said "some group ignored..." showing that the students did not pay attention to them. The PSTs attributed the intense emotional climate in the classroom to an excessive number of players per group, and the desire to explore freely with the material. Consequently, this led to a lack of attention to the game instructions in order to achieve the educational objectives, which was to realize there was a force on the opposite side, the frictional force and the game objective, which was to get the ball as close as possible.

During the implementation, the PSTs decided to solve the problem conducting the game more precisely by correcting any misplaced throws or constantly asking the reason why students had placed the surfaces in a particular order. Judit explains that she would tell the students, "when the ball is left on the ramp no one can touch it and we will look at who has done better, and they will explain why they have placed these textures". Although the design of the activity envisaged concrete objectives and a limited structure, in the implementation phase it was blurred by two main aspects, the management of a large group of students and the management of the desire to play and test the material. As a result of this unforeseen situation, the PSTs were forced to be more responsive in guiding the game.

7.3.3. Discussion of the implementation phase

The implementation phase comprised two contexts in which the PSTs needed to situate themselves as teachers. On the one hand, the context of reflection on the GA implementation at the university to their classmates (context 4), and a reflective context on the GA implementation in elementary school (context 5).

The results showed significant changes between these two contexts. In context 4, the PST expressed 23 EEs while 46 EEs were identified in context 5. Generally, it seemed that the context of microteaching at the university did not provide a fully adequate space for the

practice of implementation skills. This is probably due to multiple factors, as identified by the PSTs. On the one hand, because they are only asked to implement one TLS activity, this implies the loss of "sequencing" and therefore the lack of a progressive evolution of their ideas regarding the science topic. Secondly, the problem with students already knowing the scientific content means practicing teachers' intervention strategies to promote the progression of models is practically unfeasible. And finally, the attitude of PSTs receiving a class from their classmates with whom they interact daily in the university is distant from the classroom reality.

During the context of implementing the GA in the elementary school, the categorization of aboutness is the same as in the previous implementation context 4. In this context of reflection 5 was the moment where more EEs emerged. These refer to multiple aboutness and include different social groups. But we highlight that the most relevant result in this context was the emotions generated by the management of students' emotions.

Unlike microteaching at the university, practicing the GA at school promoted new emotions and learning. Some emotions of stress and anxiety emerged when experiencing uncontrolled situations such as overexcitement in the game. In response to these situations the PSTs modified their practice by structuring the activity more through rules, time, space, and materials to guide the students' actions. As a result, negative emotions were reduced thanks to the feeling of control, while their practice favored a more authoritarian and less constructive model. Controlling the classroom affected their self-efficacy in teaching science (Brígido et al, 2010).

Some of the challenging situations to manage while microteaching were: overexcitement due to competitiveness and the desire to play with new material, lack of involvement in the game by some students who feel excluded from the group or, the lack of connection with the educational objective.

According to the existing research, implementing games that have a competitive component can lead to a negative climate if the winner or loser is emphasized (Lavega et al., 2011). Also, Bone and Higgins (2022) show how social interactions in the game are important to have a positive classroom climate. The authors highlight the aspects of having common goals, the space as a generator of inclusion or exclusion of the participants in the game, a shared state

of mind, and the importance of group consensus on game rules as essential for their implementation.

Consequently, we emphasize the importance of microteaching contexts in realistic contexts, in which intervention strategies can be practiced to solve common problems in the implementation of game activities.

7.4. Discussion according to Aboutness

The results of this thesis have been organized according to the temporal sequence, according to the contexts explained at the beginning of this chapter. Nevertheless, we consider it pertinent for our discussion to conceptualize these results in terms of "aboutness". Since we consider that there are four themes that have been extensively reflected upon and discussed by the PSTs throughout contexts 2, 3, 4 and 5. The aboutness are: 1) science activity; 2) GA; 3) science GA; 4) student's emotions.

Regarding context 1, we will address it now, since the aboutness are not shared, as it refers to a previous school experience as science students. This context has been useful for us to know the orientations of the PSTs at the beginning of the subject. According to the research of previous authors (Mellado, et al. 14; Abell, et al. 2010), the PSTs considered science as inherently difficult, and expressed their dissatisfaction or lack of motivation in science mainly because of the traditional expository methodology, based on excessive theory and limited practice. In addition, they emphasized the expressions concerning their self-concept, highlighting less confidence to teach science than other subjects.

7.4.1. Emotional Expressions about Science Activities

The PSTs, being involved in science teaching subjects, were immediately emotionally engaged by this aboutness. During the initial design context, their concern and anxiety were focused on two very broad issues, the low level of scientific knowledge, and the lack of pedagogical science knowledge. As the course progressed and more knowledge was acquired, it became more concrete in aspects such as the formulation of good questions, or the didactic function of the activities that helped them to organize their TLS. Presenting the simple planning

proposal such as the learning cycle of Jorba and Sanmartí, (1996), provoked an easy organization of the TLS coherent to the initial PSTs' domain of model-based teaching.

There were two subject moments that the PSTs highlighted as meaningful moments for their learning: 1) the synthesis activity, in which the teacher explained the relationship between the subject sessions they have attended in coherence with their didactic function; 2) the moments that they reflect on the science activities as if they were students, a reflection-oriented context out of the 4 proposed by Abell et al. (2010).

In the implementation phase at the university, we see how the PSTs considered that the designed activity was not adequate for the level of knowledge that their peers have, and their attitudes were inadequate. Therefore, they were poorly engaged emotionally in this context at the science level. Even so, this was a reflective practice context that allowed them to detect difficulties in obtaining and collecting data.

In the school implementation phase, the unpleasant emotions triggered by the reflection on the construction of scientific explanations stood out. This context allowed them to appreciate the difficulty of dialogue and scaffolding with students and to awaken their interest in learning to teach science more effectively.

7.4.2. Emotional Expressions about Games Activity

The PSTs were not engaged with game design aspects, only during the game implementation did they become aware of the multiple problems resulting from not having better planned and foreseen the material, time, rules, and space of the game. As Ripoll (2006) points out, the teacher responsible for preparing the game should start from the characteristics of the group and the requirements given by the context.

A main problem was not having adequate material for the number of students, available space, or the students' physical abilities. The lack of space also caused problems in group C, which caused the lack of group cooperation as the students were not able to interact physically. Although time was not an aspect that could be designed, since it was a one-time workshop organized by the university, it also caused stressful situations for the PSTs, impeding the final reflection activity with the students, which is precisely the most challenging aspect to apply. Also, the rules that promoted a competitive relationship among the students

was a cause of stress. Group C modified the rule in the middle of their intervention, which had initially proposed a competition with eliminations to avoid the lack of control of the activity. The game is a structured context (Bonne & Higgins, 2022), but if you implement it by emphasizing the competition or by proposing very attractive materials, cheating and the desire to explore freely with the game are possibilities that should be considered during the planning.

Thus, the lack of planning the game elements caused the late reflection of this aboutness in the implementation phase. In the context of the workshop in the primary school classroom, the PSTs identified and analyzed the problems that misled the activity from the game objective, proposing solutions of game design for a future application in the classroom. According to Ripoll (2006), the subsequent analysis, but also the recording through images or others, and the participants' collective reflections are indispensable for its evaluation.

7.4.3. Emotional Expressions about Science Games Activity

The science GA dimension refers to those emotional expressions related to the interrelation between the game aspects and those concerning the science content.

When the PSTs reflected on the revision and modification of their TLS, they got emotionally involved with those aspects that relate game and science, constructing meaning about the challenges of science game design. It seems that the learnings from the subject to be applied in the game design, awakened some interesting discussions in the PSTs around different challenges that have been analyzed in phases 2 and 3. We group them in: 1) the alignment between game and science learning; 2) tensions in the conception of games (differences between experiment, gamification, games).

The difficulty that caused the greatest headaches for the PSTs was to find the perfect balance between play and science learning, as well as to find a game that allows them to represent the learning they want to illustrate. We could say that when trying to incorporate elements focused on the didactic objective, the PSTs emphasized the actions of scientific activity, forgetting that the game should be fun. The end result was that they designed educational games that were not very fun. Specifically, one of the three groups, group C, was emotionally involved in the discussion about conceptualizing the game, to differentiate it from an

experiment or gamification. Although each student had different views, they showed interest and pride in reflecting deeply on the topic.

When the PSTs reflected on the implementation context, problems related to material, time, space and rules emerge in their discourse, which ended up affecting the learning process of the science subject. Therefore, the PSTs felt varied emotions when they failed in the implementation. When detecting their mistakes, they could feel disappointment or stress, but in the discussion, they usually proposed actions for improvement. In this way, we could say that mistakes promote change, and unpleasant emotions end up being reduced.

7.4.4. Emotional Expressions about students' emotions

The students' emotions were not considered until the implementation at the microteaching context. As it was a more realistic context than the co-teaching at the university, the emotional involvement of the PSTs was higher than in other contexts. The game management elements were the focus of their mostly negative emotional expressions, caused by the lack of planning. On the other hand, the discussion around the reflection on the school science activity was more positive, probably because this was the part that took more effort during the course.

The difficulties in game management caused intense emotions of students' overexcitement, provoking attitudes such as cheating, or losing the activity's educational focus. Also vice versa, some student attitudes and emotions implied the wrong use of the material or of the game turns. Mismanagement in these two areas fed back, provoking some stressful experiences.

They also reacted to the emotions of passive students who did not participate in the activity, which led them to reflect on how to involve all students in the GA. They proposed aspects such as improving the space so that they could physically interact or having more material to use with smaller groups.

Chapter 8. Conclusions and research implications

One strategy or resource that elementary teachers can use in science teaching and learning is games. Likewise, science can also be learned through stories or experiments. In this regard, PSTs should be proficient in using these resources in their teaching and should master how to design or adapt games to promote different educational objectives. Games, like experiments or stories, are not teaching tools in and of themselves, but instead we need to articulate practices and reflections associated with these resources to promote scientific learning. Accordingly, the role of the teacher as a designer and implementer of science games should be a focus of reflection in teacher education.

The purpose of this study is to understand how PSTs learn to design and implement science games throughout their two courses in science education. Two objectives have been set in order to describe and interpret the evolution of their design, implementation, and learning experiences in this process.

The two objectives guiding this research were presented in chapter 1 and discussed in the results in chapters 6 and 7. The first objective of this study was to **describe and identify changes in the game designs from pre-service elementary teachers to promote science learning in the context of TLS**. In reference to this research objective and according to the data obtained in this study, we presented an overview of game design tendencies that PSTs exhibit before their instruction and the changes they implement at the end. In each specific objective, the changes promoted by Science Education courses were outlined.

The second objective of this study was to **identify and interpret the emotional expressions of three groups of pre-service elementary teachers reflecting on their experience of designing and implementing games in a TLS**. According to the emotional expressions identified in the PSTs' discourse, different types of emotions, social groups and their aboutness were presented in five reflective contexts throughout the teacher training period.

The findings of this research aim to address the two general objectives using an integrated approach by relating games and emotions in the pre-service elementary teachers' learning process. In this sense, the conclusions are presented according to the evolution of the reflective contexts of the science courses, integrating the game changes and the emotional experiences involved in their learning process.

8.1. Prior orientations on science education: PSTs' experiences as science students

The PSTs' past experiences impacted their emotional expressions about science when asked to explain their learning experiences (Zembylas, 2007). **Reflection on their previous experience elicited generally unpleasant emotional expressions in relation to learning and teaching science.** In agreement with other authors who have studied the initial orientations of PSTs on science education (Abel et al. 2010; Amat & Sellas, 2020; Jiménez-Liso et al., 2021a; Mellado et al., 2014; Zembylas, 2002), we found that **most PSTs arrive with a low self-perception and confidence, and with a mostly negative perception of their science experience at school.** In some cases, this negative perception may be due to dissatisfaction with the traditional teaching model with which they were taught science (Abell et al., 2010) and the prioritization of memorization activities over understanding (Hufnagel, 2019). In other cases, it may be because of the perceived difficulty of the discipline associated with the emotion of insufficiency (Yilmaz et al. 2016). As described by Amat and Sellas (2020), the idea that science is viewed as a dogma and that becoming a scientist is exclusively for those who possess special intellect, provokes resistance towards this disciplined orientation. These aforementioned reasons for the negative perception of science education may lead to the loss of motivation toward science learning and to a perceived increase of an authoritarian, difficult, and decontextualized image of science (Vázquez & Manassero, 2018). Along the same lines, some PSTs often feel more capable of teaching languages than science (Brígido et al., 2009).

These unpleasant prior experiences result in a **lack of positive experiences with science education for some students before they start designing a science TLS.** However, this should not be considered negative in and of itself. Existing research suggests that unpleasant emotions, such as frustration or anger, can be activators of change (Amat & Sellas, 2020). For this reason, PSTs who had unpleasant experiences during their schooling may be open to exploring new educational approaches (Abell et al., 2010). Therefore, recognizing the previous emotional experience in relation to their schooling in science gives us information to better understand their orientations. Thus, we cannot assume that students with previous unpleasant experiences will be reticent to teach science education.

8.2. The challenging experience of designing a GA within a TLS: PSTs' experiences designing science games

The PSTs in this study mostly relived unpleasant emotions at the beginning of the course when they were asked to design a TLS including a game activity to teach friction force. As science teachers designing their first TLS, the PSTs showed more intense unpleasant emotional expressions than when remembering their science schooling experiences, as is also described by Amat and Sellas (2020). These increased negative emotions may have been caused by two different phenomena. First, the experience they were discussing was more recent. Second, since they were expected to complete an assignment of designing a TLS, PSTs were concerned with correctness and with a perceived lack of knowledge. As Jaber (2020) states, experiences of uncertainty can provoke frustration, but a pleasant sensation is felt when discovering the answer.

When facing an initial TLS design challenge, different types of knowledge had to converge in the same design, which was also a reason for PSTs' initial concerns. The insecurity and other negative emotional expressions on their PCK, together with the lack of knowledge regarding educational games and game design, gives us information about how PSTs were involved in the course. It also helps to understand how these unpleasant emotions were activators of change and promoters of the construction of knowledge.

These negative emotions appear to be regarding the scientific or pedagogical aspect of the TLS, but not to the design of the game itself. A possible interpretation of this contrast could be that **being a game designer seems to be an assumable challenge for the PSTs**, as they did not initially express concerns with game design. However, this contradicts what we know from existing studies that affirm that teachers have a lack of expertise in gaming aspects when designing games (Weitze, 2014). A plausible explanation could be that games are perceived as a well-known activity, and the PSTs believed that game design merely consists in adapting existing games.

Initial TLSs are distant from inquiry-based model approaches. Agreeing with Jiménez (2016), initial TLSs are conceptualized as a kit of good activities without sequence coherence. GAs do not accomplish a specific pedagogical function in coherence with other activities as is shown in chapter 6. The PSTs designed initial TLSs with a weak science content knowledge,

and without considering the students' ideas about the subject matter and how they learn. Regarding the **structure of the game**, initial designs were highly structured with limited room for decision making, and promoted scientific knowledge through a traditional approach. Some other designs were characterized by their unstructured activity, and lacked a game objective. My interpretation is that the PSTs probably lacked game references to teach science and probably their game experiences have been isolated and punctual activities with little connection to scientific ideas.

We also agree with the conclusions of Martí (2016) who determines that **TLSs are initially poor in scientific activity**, and they use scientific practices exclusively in the field of facts and data, but most PST groups do not consider the field of ideas and models. As we saw in our results, PSTs do not consider modeling practices, probably due to their lack of knowledge in relation to processes of authentic science and to a lack of knowledge of how students learn. As pointed out by Jiménez (2016) and Martí's (2016) theses, which investigated the same initial teacher training course, TLSs show coherence between PSTs' orientations on science learning and the proposed activities. In our research, the coherence is not only between the orientations on science, science teaching, and how students learn, but also between orientations on games, and orientations on teaching and learning science through games.

It was shown that even though the PSTs expressed their position against traditional and rote learning, they were not keen to create activities where students were expected or encouraged to construct their own knowledge (Hamed et al., 2016). Instead, PSTs most often designed activities that promoted traditional learning through a more hands-on, attractive methodology. In this sense, the idea that dissatisfying prior science learning experiences led students to adopt other forms of teaching (Abel et al., 2010) is partially supported in this study. Although PSTs were open to different approaches, they did not depart significantly from a traditional view in some aspects in designing the initial TLSs. This is probably due to the students' misconception that hands-on activities allow for more meaningful learning, when often, these activities hide contrary methodologies to the constructivist vision (i.e. *kahoot* game). PSTs do not pay attention to the construction of knowledge from the students' ideas, but continue to contemplate the introduction of new knowledge based on what the teacher imposes without paying real attention to the students' knowledge.

We perceived a **change of the GA to methodologies more aligned with inquiry-based modeling, also associated with the activation of pride and contentment emotions when understanding the learning content of the course.**

A remarkable and pleasant evolution in reference to promoting scientific inquiry, modeling, and arguing practices was identified. Unfortunately, aligning with Jiménez's (2016) and Martí's (2016) results, this **experience only allowed approximations of rich activities** in school science activity actions. This reflects the already recognized resistance to change among PSTs (Guisasola et al. 2013; Martínez-Chico et al. 2015). Through this analysis, we addressed certain tendencies referring to which actions are easier to incorporate in game design.

- A. Scientific practices related to data and facts are easily incorporated into the game.
- B. Some games incorporate questions and moments of reflection to promote the use of the model to explain or predict a science phenomenon.
- C. Few games incorporate model evaluation, model review, or the explicit representation of the model in the game design.

On the other hand, we can draw the conclusion that the **unpleasant emotions from their prior experiences did not promote a negative attitude towards science**, but like existing studies show, prominent negative emotions, such as lack of confidence or lack of knowledge in science and science education, promoted an open attitude to improving their method of teaching (Amat & Sellas, 2022; Imai, 2010). According to the results, once PSTs learned new knowledge in the Science Education course, the challenge of designing a GA to teach science provoked a range of emotional expressions. Emotions evolved to mostly pleasant ones as PSTs became aware that they were constructing a pedagogical teaching model and the lessons were contributing to their understanding of science teaching. Accordingly, it is also important that PSTs gain confidence in science teaching while progressing in the courses, as was already pointed out by Jiménez-Liso et al. (2021a). Positive emotions could emerge from the self-evaluation of academic success (Elliot & Pekrun, 2007), which in this case referred to the overall satisfaction of their training and learning progress in their PCK.

The relationship between ludic and educational objectives, and the typology of actions in relation to the game did not undergo significant changes between the initial and final designs. The changes refer to the external logic proposed by Ripoll (2006). Instead, some

internal elements of the rules (time, materials, group organization, and space) became the focus of the discussion. The games evolved more with regard to their educational aspects than regarding their ludic aspects. That is, while the external logic of the games was not modified, they often adjusted and detailed internal elements of the game to modify the learning of science, but not to make the game more entertaining or fun. Certain tendencies on game design aspects seem to be more appropriate for teaching science, according to the PSTs' final orientations. The general trends at the end of the assignment were:

- A. Aligning ludic and pedagogical objectives.
- B. Semi-structuring the agency in relation to materials and time.
- C. Promoting conceptual actions, rather than motor or sensorial games.

Even though in this study we only followed 3 PST groups working on frictional force, the game features were strongly influenced by the topic. *Sound games* are mostly communication games where sensory or perceptual actions predominate, while friction force games are *launching games* mostly with a semi-structured choice of material and timing. On the other hand, *heat games* usually take the format of a board game, which provides a highly structured context, and *light* and *buoyancy games* do not have a defined pattern. The choice of a scientific theme should have direct repercussions on the type of game to be developed, especially the typology of actions, the structuring of the materials, and the timing of the game. A hypothesis could be that designing a game on a certain theme makes you take into consideration specific resources (i.e. ramps, telephones, flashlights), which determine the structure of the game and constrain the game's capacity for action and choice.

Although the results show that **the courses performed have certainly promoted changes in the PSTs' science education orientations, the little support toward the development of knowledge regarding game design aspects can also be seen.** The most significant changes have manifested in the pedagogical function played by the game, and in the increasing scientific activity actions promoted by games. In accordance with the main goal and purpose of the course which focuses on the development of PCK, this only includes the game content and game-based learning at sporadic moments. Thus, some unpleasant emotional expressions emerged when the challenge of connecting some scientific practices with the game became apparent.

The PSTs attributed considerable importance to **two significant moments of the training course**, which allowed them to modify their orientations on science teaching. The first of the two moments was the **reflection process brought by their experience as mock science students**, which we adopted in these education courses from Abell et al. (2010). This experience was perceived as a significant and essential moment in order to develop a pedagogical model. Experiencing a TLS as students allowed them to perform a shift in their orientations and feel more confident as they began to construct their science teaching model.

Secondly, the PSTs valued positively the **moment of structuring and synthesizing** after participating in a TLS as students. In this session, PSTs had the opportunity to engage in TLSs they had previously experienced as children but these were now explained to them from the teacher's point of view. As has been demonstrated by several authors (Couso & Garrido, 2017; Martí, 2012; Schwarz & White, 2005), the activity of revising the model, in this case, the didactic model in science, is essential to evolving their orientations.

The **introduction of an organizational planning model for TLS design**, such as the learning cycle proposed by Jorba and Sanmartí (1994), also **led to a great change in the organization of the final TLS** and the coherence between TLS activities. At the end of the course, the **PSTs tended to design game activities to apply the model to a new context**, probably because the game proposes a different situation. Otherwise, PSTs avoid designing games to explore initial ideas. It is possible that this fact may be explained because the game is often characterized by a right or wrong result. In other words, to determine if you (or your group) have won or not, if you can score points or not, there is often an immediate feedback that contradicts the uncertainty of epistemology. Therefore, TSPs design GAs as a summative assessment activity to certify the acquisition of certain knowledge and skills, at the same time as formative assessment activity to regulate learning, that is, to identify one's own difficulties and mistakes and find ways to overcome them (Sanmartí, 2010).

8.3. The challenging experience of implementing a game to teach science: PST experience as teachers

The experience of PSTs in the microteaching context at the university provided a weak learning environment and few pleasant Emotional Expressions. Unfortunately, this context did not promote the expected practice context in relation to scientific activity, because of different reasons. First, the TLS design was intended for primary school students, and in this case, it was being applied to university students. Second, the PSTs only implemented one game activity from all the TLSs, without considering the importance of all learning processes, which triggered a weak dialog and argumentation. Finally, the PSTs' attitudes toward the students were not very involved or supportive, which discouraged the PSTs' teaching practice. Microteaching could provide a supportive environment to improve the PSTs' intervention skills (Bakir, 2014), but only if the university students are engaged and adopt the proper role and attitude.

Even though the microteaching context made PSTs aware that their designs lacked more detailed planning of aspects of the game, especially in relation to the material and the organization of the time of the activity, some feelings of guilt emerged when they failed to implement this organizational part of the game. According to Hasting et al. (2008), not achieving the objectives in the practicum may cause some feelings of guilt.

The PSTs' experiences in the primary school microteaching context provided a more educationally meaningful context. It is from the microteaching context at school that PSTs became interested and concerned about scientific practices and the attitude they should adopt to promote students' learning. The questions to guide dialogue with the students, especially at the moment of constructing a model to build explanations, was one of the moments with more EEs of concern and interest. As mentioned above, the context of microteaching at the university limited scientific reflection in this sense. Therefore, it is in the realistic context provided by the school that they can effectively practice their intervention skills.

The PSTs' experiences in the primary school microteaching context provided an emotionally-involving context in which the PSTs empathized for the first time with students. According to the results seen in Chapter 7, this context promoted empathy with

students. The PSTs had not anticipated students' emotional response when designing or implementing the game activity until the microteaching at the school. Therefore, an implementation context of practical experience in a real setting, the school, is necessary in order to reflect on students' emotions (Abell et al., 2010). The students' emotions detected by the PSTs during the implementation of the microteaching at the school were mostly about the excitement provoked by the GA. However, some negative emotions were detected regarding the exclusion of some students within their groups because of the space distribution of the game.

The PSTs react to primary school students' emotions of excitement structuring the game learning context.

Although play is often a structured context, thanks to or because of its "rules", through the PSTs' experiences, we learned that it is not enough to provide structured games, but it is also necessary to develop strategies to implement them. And through this structured context, games can avoid the lack of control caused by children's emotions. The PSTs considered the causes of students' emotions were in relation to:

- A. The novelty of the game materials.
- B. The inadequate material designs which led to being unable to follow the rules.
- C. An excessive number of players per group and lack of play space which led to a lack of attention to game objectives.
- D. The conception that play implies freedom of movement.
- E. The overexcitement of competitiveness, which led students to cheat.

The elementary students' emotions, such as nervousness or overexcitement, led to mismanagement of some aspects of the game, which also led to an uncontrolled activity. As is shown in the study from Bonne and Higgins (2022), the management of time, material, space, and explanation of rules in the interaction between students and teachers are key for a positive classroom climate. The negative emotion of lack of control can lead to the adoption of defensive teaching strategies focused on teachers and content, rather than on students and learning. PSTs tend to structure their interventions to avoid the classroom getting out of control. In contrast, they only structure materials, spaces, and groups, mostly avoiding the meaningful moments of dialogue with the students to make them use, review, or evaluate their ideas. They get a classroom seemingly under control, which makes them feel more

confident, but causes them to limit their teaching effectiveness (Brígido et al., 2010). Accordingly, we can conclude that one important challenge is to align and make connections between game aspects (the interaction between students, materials, time, rules, and space) with science education aspects (scientific practices). A possible solution is provided in the design phase, where some PSTs contemplate debriefing activities to discuss and connect the scientific topic and game after the activity has taken place. Similarly, the results of Veldkamps et al. (2020) demonstrated that students and teachers considered debriefing as necessary in the learning process as it gathers the knowledge from the games, relates the main ideas or concepts, and allows for discussion of misunderstandings. In this sense, the debriefing requires the need to calm down the storm of emotions that may emerge in the game.

Reflection on the microteaching context is useful to discover the main challenges of science games. After realizing the difficulties and challenges of teaching science through games, most students still agreed that games are a useful tool for teaching science, as long as you take into consideration your educational objective and promote reflection to achieve it. Another opinion emerged from a PST that conceived games as free and fun, distant from the educational aspect. Justifying that in order to teach science, argumentation is necessary, and games do not feature this essential aspect. Thus, we have to consider that in a PST class there may be different orientations in relation to the usefulness of games in science learning according to their prior experience.

The microteaching context at the university is less intense and less appropriate for practicing teaching intervention skills than the microteaching context at the primary school.

8.4. Research implications

From this study we have been able to determine some educational implications for the design and implementation of science games within the context of preservice teacher training in science education.

The progress of the PST designs shows a remarkable improvement in science teaching and learning features, although few improvements have been observed in the game components. An extensive reflection on GBL and game design for science teaching would be relevant for a better structuring and approach of the games. This would also allow for a broadening their

game references to have a wider range of resources available to be adapted to their educational requirements.

Not only is it imperative to insist on increasing the knowledge of game features, but it also essential to reflect on the challenge of combining games and science. As has been exposed throughout this study, the difficulty of designing games to teach science lies in knowing how to manage the alignment between the actions of scientific school activity and the game actions. For this reason, it is important to emphasize the significance of debriefing as a moment of connection between both aspects. According to Veldkamps et al. (2022), three challenges linked to this relationship between educational and ludic aspects which we suggest should be considered in future studies are the following: 1) the transition of participants to the game; 2) the alignment of aspects of game design and educational aspects of the game; and 3) the transfer of experiences and learning acquired in the game context to the real world.

Another aspect to be considered in teacher training is the science topic to be covered. The GA design is largely influenced by the science content. The choice of the theme with which the games are designed should be a conscious decision of the teacher. This involves considering that each different type of content leads to a certain kind of game.

The reflective contexts of design and implementation provide favorable situations for the construction of a pedagogical reference model. However, we note that the microteaching contexts could be improved. The implementation of the activity to their university classmates is unrealistic, since it is difficult to practice moments of knowledge construction. Two main difficulties were noted as having impeded this knowledge construction. The first one was the PSTs' poor involvement due to their familiarity with the topic being covered. The second one was the lack of time to implement whole TLSs, which forced microteachings to focus on decontextualized GAs instead. On the other hand, practice in a school context allows a realistic context where the performance permits significant moments for science learning. Even so, we can perceive the need to allocate more than one session to implement the whole TLS with primary school students. In this regard, since 2019 the university has initiated the project *School and University*. In this project, students from local schools attend the university and the PSTs implement their didactic proposals with groups of primary school students one day a week for 6 weeks.

As we know from existing research, learning to be a teacher is a social practice steeped with emotions (Bellocchi et al., 2014). Understanding one's own emotions in scientific practices is necessary to understand students' science learning (Zembylas, 2002). In this study, although we have identified the emotional experiences of the PSTs throughout the subjects, and we have provided several moments of reflection, we have not addressed the emotions of the PSTs directly with them. This raises the question of how we should facilitate moments of reflection on their emotional experiences in relation to science, games, and how they feel throughout the process of designing and implementing the TLS. Furthermore, we should identify how to relate these emotional experiences to how children learn and their possible emotional experiences in science game contexts.

Finally, the organization of the subjects in order to offer different contexts for reflection on the design and implementation has proven to be beneficial. According to the PSTs, reflecting on their orientations as teachers but also positioning themselves as students in a TLS has helped them to understand how children learn. Specifically, two moments of the subject were repeatedly pointed out as significant for their learning. The introduction of the learning cycle (Jorba & Sanmartí, 1994) as a structuring element of their proposal, and the activity of synthesizing and structuring, where the TLS experienced as science students was explained from the teacher's perspective. The activity of revising their pedagogical model was essential to evolving their orientations (Couso & Garrido, 2017; Martí, 2012; Schwarz & White, 2005).

Bibliografía

- Abbott, R. (2008). *Diez juegos que no se parecen de nada*. Rba Bolsillo.
- Abell, S. K., Appleton, K., & Hanuscin, D. L. (2010). *Designing and Teaching the Elementary Science Methods Course*. New York: Routledge.
- Abell, S. K., Appleton, K., & Hanuscin, D. L. (Eds.). (2013). *Handbook of research on science education*. Routledge.
- Abt, C.C. (1970). *Serious Games*. New York: Viking.
- Adler, I., Zion, M., & Rimerman-Shmueli, E. (2019). Fostering teachers' reflections on the dynamic characteristics of open inquiry through metacognitive prompts. *Journal of Science Teacher Education*, 30(7), 763-787.
- Adúriz-Bravo, A. (1999). *Elementos de teoría y de campo para la construcción de un análisis epistemológico de la didáctica de las ciencias*. (Tesis de maestría). Universitat Autònoma de Barcelona.
- Ahmed, S. (2014). *The cultural politics of emotion*. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Ahmed, S. (2004). Affective economies. *Social text*, 22(2), 117-139.
- Alexakos, K. (2015). *Being a Teacher | Researcher: A Primer on Doing Authentic Inquiry Research on Teaching and Learning*. Rotterdam, Netherlands: SensePublisher.
- Alklind Taylor, A.-S. (2014). Facilitation matters: A framework for instructor-led serious gaming, *Ph.D. Thesis at the School of Informatics*. University of Skövde, Skövde.
- Allsop, Y., & Jessel, J. (2015). Teachers' Experience and Reflections on Game-Based Learning in the Primary Classroom: Views from England and Italy. *International Journal of Game-Based Learning*, 5(1), 1-71.
- Amat, A., & Sellas, I. (2017). Las emociones de los estudiantes de magisterio en relación a los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias y de las matemáticas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 2053-2058.
- Amat, A., & Sellas, I. (2020). Self-Reflection Methods to Study Emotional Experiences in Science and Mathematics Preservice Teacher Education. In *Doing Authentic Inquiry to Improve Learning and Teaching* (pp. 205-228). Brill.
- Annetta, LA., Minogue, J., Holmes, SY., & Cheng, MT. (2009). Investigating the impact of video games on high school students' engagement and learning about genetics. *Computers & Education*, 53(1), 74-85.
- 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.

- Aranda, D. (2015). *Game and Play. Diseño y análisis del juego, el jugador y el sistema lúdico*. Barcelona: UOCPress.
- Arnab, S., Morini, L., & Clarke, S. (2018). Co-Creativity with playful and gameful inspirations. *Proceedings of 12th European Conference on Game-Based Learning, ECGBL 2018* (pp.1-7), France: Sophia Antipolis.
- Arnab, S., Minoi, J. L., Mohamad, F., Morini, L., & Clarke, S. (2019). Creativeculture: Can teachers be game designers? En L. Elbaek, G. Majgaard, A. Valente, & S. Khalid (Eds.). *Proceedings of the 13th International Conference on Game Based Learning, ECGBL 2019* (pp. 32-40). Denmark: Dechema e.V.
- Ashton, P., Comas, J., & Ross, D. (1989). Examining the relationship between perceptions of efficacy and reflection. In *Annual Meeting of the American Educational Research Association, San Francisco*.
- Bakır, S. (2014). The effect of microteaching on the teaching skills of pre-service science teachers. *Journal of Baltic Science Education*, 13(6), 789-801.
- Bandura, A. (1982). Self-efficacy mechanism in human agency. *American Psychologist*, 37(2), 122–147.
- Barab, S. A., & Dede, C. (2007). Games and immersive participatory simulations for science education: An emerging type of curricula. *Journal of Science Education and Technology*, 16(1), 1–3.
- Barab, S. A., Gresalfi, M., & Ingram-Goble, A. (2010). Transformational play: Using games to position person, content, and context. *Educational Researcher*, 39(7), 525-536.
- Barrett, L. F., Mesquita, B., Ochsner, K. N. & Gross, J. J. (2007). The experience of emotion. *Annual Review of Psychology*, 58, 373-403.
- Barrios-Tao, Hernando. (2020). Desarrollo de experiencias emocionales en educación: una contribución para la formación humanística. *Civilizar Ciencias Sociales y Humanas*, 20(38), 119-135.
- Bauman, E.B., & Wolfenstein, M. (2013). Using virtual and game-based learning to prepare for actual practice. In E. B. Bauman (Ed.), *Game-based teaching and simulation in nursing and healthcare* (pp. 99–125). New York, NY: Springer.
- Becker, K. (2017). *Choosing and Using Digital Games in the Classroom*. Springer.
- Bellocchi A., & Amat, A. (2022). Emotion and science teacher education. In J. A. Luft, & M. G. Jones, (Eds.). *Handbook of Research on Science Teacher Education*. London, UK: Taylor and Francis.
- Bellocchi, A., & Ritchie, S. (2015). “I was proud of myself that I didn’t give up and I did it”: Experiences of pride and triumph in learning science. *Science Education*, 99(4), 638-668.
- Bellocchi, A., Ritchie, S., Tobin, K., King, D., Sandhu, M., & Henderson, S. (2014). Emotional climate and high quality learning experiences in science teacher education. *Journal of Research in Science Education*, 51(10), 1301–1325.
- Berry, K. S. (2006). Research as bricolage: Embracing relationality, multiplicity and complexity. In K. Tobin & J. L. Kincheloe (Eds.), *Doing educational research: A handbook* (pp. 87-116). Rotterdam: The Netherlands: Sense Publishers.

- Blackman, S. (2005). Youth subcultural theory: A critical engagement with the concept, its origins and politics, from the Chicago school to postmodernism. *Journal of youth studies*, 8(1), 1-20.
- Boler, M. (1999). *Feeling power: Emotions and education*. London: Routledge.
- Bonne, L., & Higgins, J. (2022). Game playing and fluctuations in emotional climate. *Cultural Studies of Science Education*, 1-17.
- Bonnette, R. N., Crowley, K., & Schunn, C. D. (2019). Falling in love and staying in love with science: ongoing informal science experiences support fascination for all children. *International Journal of Science Education*, 41(12), 1626-1643.
- Borrachero, A.B., Brígido, M., Gómez, R., & Bermejo, M.L. (2012). Relación entre autoconcepto y autoeficacia en los futuros profesores de Secundaria. *International Journal of Developmental and Educational Psychology. INFAD Revista de Psicología*, 1(2), 219- 226.
- Borrachero, A., Brígido, M., Mellado, L., Costillo, E., & Mellado, V. (2014). Emotions in prospective secondary teachers when teaching science content, distinguishing by gender. *Research in Science and Technological Education*, 32(2), 182-215
- Brígido M., Bermejo, M.L., Conde, M.C. & Mellado, V. (2010). The emotions in teaching and learning Nature Sciences and Physics/Chemistry in pre-service primary teachers. *US-China Education Review*, 7(12), pp. 25-32.
- Brígido, M., Caballero, A., Bermejo, M., Luisa, M. & Mellado, V. (2009). Las emociones en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias de maestros de primaria en formación inicial durante sus prácticas de enseñanza. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 1(1), 399–406
- Bruner, J.S. (1984). *Acción, pensamiento y lenguaje*. Madrid: Alianza.
- Bryman, A. (2016). *Social Research Methods*. New York: Oxford University Press.
- Bunker, D., & Thorpe, R. (1986). Is there a need to reflect? In Thrope, R., Bunker, D., Almond, L. (Eds.), *Rethinking games teaching* (pp.25-34). Loughborough: Loughborough University.
- Cabañes, E., Jaimen, N., Torres, M., Armero, A., & Ocampo, Q. (2018). *El aprendizaje en juego: tecnoludismo para el pensamiento crítico*. Sello ArsGames: Madrid
- Caillois, R. (1958). *Teoría de los Juegos*. Barcelona: Ed. Seix Barral.
- Caillois, R. (1961). *Man, play, and games*. New York: Free Press.
- Campanario, J.M., & Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 17(2), 179-92.
- Carr, D., & Bossomaier, T. (2011). Relativity in a rock field: a study of physics learning with a computer game. *Australasian Journal of Educational Technology*, 27(6), 1042–1067.
- Chmiel, M. (2009). Game design towards scientific literacy. *International Journal Cognition and Technology*, 14(2)-15(1), 32-42.
- Clark, D., Nelson, B., Sengupta, P., & D'Angelo, C. (2009, October). Rethinking science learning through digital games and simulations: Genres, examples, and evidence. In *Learning science: Computer games, simulations, and education workshop sponsored by the National Academy of Sciences*, Washington, DC.

- Clement, J. (2008). *Creative model construction in scientists and students: the role of imagery, analogy, and mental simulation*. Springer, Dordrecht.
- Cobb, P., Jackson, K., Smith, T., Sorum, M., & Henrick, E. (2013). Design research with educational systems: Investigating and supporting improvements in the quality of mathematics teaching and learning at scale. In B. J. Fishman, W. R. Penuel, A.-R. Allen, & B. H. Cheng (Eds.), *Design-based implementation research: Theories, methods, and exemplars* (2), pp. 320–349. National Society for the Study of Education Book Series. Chicago, IL: Chicago University Press
- Collins, R. (2004). *Interaction rituals*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Comas, O. (2005). *El mundo en juegos*. Barcelona: RBA Libros.
- Cooley, L. (1992). Maintaining rukun for Javanese households and for the state. In *Women and Mediation in Indonesia* (pp. 229-247). Brill.
- Couso, D. (2011). Las secuencias didácticas en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias: Modelos para su diseño y validación. En Caamaño, A. (coord.). *Didáctica de la física y química*. Barcelona. Graó.
- Couso, D. (2014). De la moda de “aprender indagando” a la indagación para modelizar: una reflexión crítica. En M. A. Héras, A. Lorca, B. Vázquez, A. Wamba, R. Jiménez. *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: Un reto emocionante*, pp. 1-28. Huelva: Servicio de Publicaciones Universidad de Huelva.
- Couso, D., & Garrido-Espeja, A. (2017). Models and Modelling in Pre-service Teacher Education: Why We Need Both. Cognitive and Affective Aspects in Science Education. *Springer*, 245-261.
- Couso, D., Jimenez-Liso, M. R., Refojo, C. & Sacristán, J. A. (Coords.) (2020). *Enseñando Ciencia con Ciencia*. FECYT y Fundacion Lilly. Madrid: Penguin Random House.
- Crawford, C. (1982). *Art of computer game design*. Berkeley, CA: Osborne/McGraw Hill.
- Crookall, D., & Thorngate, W. (2009) Acting, knowing, learning, simulating, gaming. *Simulation & Gaming*, 40(1), 8–26.
- Csikszentmihályi, M. (1990) *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. New York: Harper & Row.
- Czerniak, C. M., & Chiarelott L. (1990). Teacher Education for effective science instruction- A social cognitive perspective. *Journal of Teacher Education*, 41(1), 49-58.
- d’Alessio, M. A. (2018). The effect of microteaching on science teaching self-efficacy beliefs in preservice elementary teachers. *Journal of science teacher education*, 29(6), 441-467.
- Davidson, S. G., Jaber, L. Z., & Southerland, S. A. (2020). Emotions in the doing of science: Exploring epistemic affect in elementary teachers' science research experiences. *Science Education*, 104(6), 1008-1040.
- Dávila, M.A., Borrachero, A.B., Cañada, F., Martínez, G., & Sánchez, J. (2015). Evolución de las emociones que experimentan los estudiantes del grado de maestro en educación primaria, en didáctica de la materia y la energía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 12(3), 550-564.

- Davis, J. P., & Bellocchi, A. (2019). Undramatic emotions in learning: a sociological model. In *Emotions in late modernity* (pp. 114-128). Routledge.
- Denzin, N.K., & Lincoln, Y.S. (Eds). (1999/2005). *The SAGE Handbook of Qualitative Research*. 3rd ed. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Dewey, J. (1933/1985). "Why have progressive schools?" En J. A. Boydston (Ed.), *The Later Works of John Dewey, 1925–1953* (Vol. 9, pp. 148–158). Carbondale: Southern Illinois University Press.
- Dewey, J. (2004). *Experiencia y educación*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- Dewey, J. (2008). The later works vol. 10: Art as experience. In J.-A. Boydston (Ed.). *Carbondale: Southern Illinois University Press*. (Original work published in 1934).
- Dirección General de Calidad y Educación Ambiental (1994). *Guia hàbitat*. Recuperat el 6 de juny de 2022, de <http://habitat.escolexesc.cat/>
- Dreon, O., & McDonald, S. (2012). Being in the hot spot: A phenomenological study of two beginning teachers' experiences enacting inquiry science pedagogy. *Teachers and teaching, 18*(3), 297-313.
- Duit, R. (2006). La investigación sobre enseñanza de las ciencias. Un requisito imprescindible para mejorar la práctica educativa. *Revista mexicana de investigación educativa, 11*(30) 741-770.
- Duncan, R. G & Rivet, A. E. (2013). *Science learning progressions. Science, 339*(6118), 396-397.
- Duschl, R. A., & Grandy, R. (2012). Two Views About Explicitly Teaching Nature of Science. *Science Education, 22*(9), 2109–2139.
- Elliot, A. J., & Pekrun, R. (2007). Emotion in the hierarchical model of approach-avoidance achievement motivation. In P. A. Schutz & R. Pekrun (Eds.), *Emotion in education* (pp. 57– 74). Burlington, MA: Academic Press.
- Escribano, F. (2013). *Gamificación versus Ludictadura. Obra Digital, (5)*, 58-72.
- España, E., Rueda, J.A., & Blanco, A. (2013). Juego de rol sobre el calentamiento global. Actividades de enseñanza realizadas por estudiantes de ciencias del Máster en Profesorado de Secundaria. *Revista Eureka de Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 10*(nº extraordinario), 763-779.
- Evagorou, M. (2011). Discussing a socioscientific issue in a primary school classroom: The case of using a technology-supported environment in formal and nonformal settings. In T. Sadler (Ed.), *Socio-scientific issues in the classroom* (p. 133–160). Springer
- Evagorou, M., Albe, V., Angelides, P., Couso, D., Chirlesan, G., Evans, R.H., Dillon, J., Garrido A, Mugaloglu, E., & Nielsen, J. A. (2014). Preparing pre-service science teachers to teach socio-scientific (SSI) argumentation. *Science Teacher Education, 69*, 39-48.
- Eynde, P. O., & Turner, J. E. (2006). Focusing on the Complexity of Emotion Issues in Academic Learning: A Dynamical Component Systems Approach. *Educational Psychology Review, 18*, 361-376.
- Feldman-Barrett, L. (2017). Functionalism cannot save the classical view of emotion. *Social Cognitive and Affective Neuroscience, 12*(1), 34-36.

- Foncubierta, J.M., & Rodríguez, C. (2014). *Didáctica de la gamificación en la clase de español*. Madrid: Edi Numen, 1-8.
- Fontaine, J. R. J., & Scherer, K. R. (2013). The global meaning structure of the emotion domain: Investigating the complementarity of multiple perspectives on meaning. In J. R. J. Fontaine, K. R. Scherer, & C. Soriano (Eds.), *Components of emotional meaning: A sourcebook* (pp. 106–125). Oxford: Oxford University Press.
- Fontaine, J. J., Scherer, K. R., & Soriano, C. (Eds.). (2013). *Components of emotional meaning: A sourcebook*. OUP Oxford.
- Forbes, C. T., & Davis, E. A. (2010). Beginning elementary teachers' beliefs about the use of anchoring questions in science: A longitudinal study. *Science Education, 94*, 365–387.
- Fox, N. J. (2015). Emotions, affects and the production of social life. *The British Journal of Sociology, 66*(2), 301-318.
- Frank, J. (1990). You call that a rhetorical question?: Forms and functions of rhetorical questions in conversation. *Journal of Pragmatics, 14*(5), 723-738.
- Friedrichsen, P., Van Driel, J.H., & Abel, S.K. (2010). Taking a closer look at science teaching orientations. *Science education, 95*, 358-376.
- Frossard, F., Barajas, M., & Trifonova, A. (2012). A learner-centred game-design approach: Impacts on teachers' creativity. *Digital Education Review, 21*, 13-22.
- Galagovsky, L., & Adúriz-Bravo, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. *Enseñanza de las Ciencias, 19*(2), pp. 231-242.
- García Montes, Y. (2019). Beneficios de los juegos de preguntas como estrategia didáctica para la enseñanza de la Biología. *Bio-grafía escritos sobre la biología y su enseñanza, 11*(21), 81-94.
- Garfella Esteban, P.R. ,& López Martín, R. (1997). *El Juego como recurso educativo: Guía antológica*. Valencia: Universidad de Valencia.
- Garrido Espeja, A. (2016). *Modelització i models en la formació inicial de mestres de primària des de la perspectiva de la pràctica científica*. (Tesis Doctoral). Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, España.
- Garritz, A. (2010). Pedagogical Content Knowledge and the affective domain of Scholarship of Teaching and Learning, *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning, 4*(2), 1-6
- Garritz, A., & Mellado, V. (2014). El conocimiento didáctico del contenido y la afectividad. *Conocimiento didáctico del contenido. Una perspectiva iberoamericana, 229-264*.
- Gee, J. P. (2003). *What Video Games Have to Teach Us About Learning*. Palgrave: New York.
- Gee, J. P. (2004). *An introduction to discourse analysis: Theory and method*. Routledge.
- George, A. L., & Bennett, A. (2005). *Case studies and theory development in the social sciences*. mit Press.
- Gess-Newsome, J. (1999). Pedagogical content knowledge: An introduction and orientation. In *Explaining Pedagogical Content Knowledge*. (pp.3-17). Springer, Dordrecht.

- Gil, D. (1991). ¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de Ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (2), 188-199.
- Grabau, L. J., & Ma, X. (2017). Science Engagement and Science Achievement in the Context of Science Instruction: A Multilevel Analysis of U.S. Students and Schools. *International Journal of Science Education* 39 (8), 1045–1068.
- Green, J.L. (1983). Exploring classroom discourse: Linguistic perspectives on teaching-learning processes. *Educational Psychologist*, 18, 180–199.
- Greenberger, D., & Padesky, C.A. (1995). *Mind over mood*. New York: Guilford.
- Grimmett, P., & Erikson, G. (1988). *Reflection in teacher education*. New York: Teachers College Press.
- Gross, J. J., & Feldman Barrett, L. (2011). Emotion generation and emotion regulation: One or two depends on your point of view. *Emotion review*, 3(1), 8-16.
- Grossman, P. L. (1990). *The making of a teacher*. New York: Teachers College Press.
- Guba, E., & Lincoln, Y. (2005). Paradigmatic controversies, contradictions, and emerging confluences. In N. Denzin & Y. Lincoln (Eds.), *The Sage handbook of qualitative research* (3rd ed., pp. 191-215). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Guisasola, J., Ametller, J., & Zuza, K. (2021). Investigación basada en el diseño de Secuencias de Enseñanza-Aprendizaje: una línea de investigación emergente en Enseñanza de las Ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 18(1), 1801
- 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.
- Hamed Al-Lal, S., Rivero García, A., & Martín del Pozo, R. (2016). El cambio en las concepciones de los futuros maestros sobre la metodología de enseñanza en un programa formativo. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13 (2), 476-492.
- Hanghøj, T., & Brund, C. E. (2011). Teachers and serious games: Teachers roles and positionings in relation to educational games. En S. Egenfeldt-Nielsen, B. Meyer, & B. H. Sørensen (Eds.), *Serious games in education: A global perspective* (pp. 125-136). Aarhus: Aarhus Universitetsforlag.
- Harlen, W., & Allende, J. (2008). Report of the Working Group on the international collaboration for the assessment of IBSE. *IAP Science Education Programme*.
- Harris, G.E. (2011). Individual Stress Management Coursework in Canadian Teacher Preparation Programs. *Canadian Journal of Education* 34(4), 104–17.
- Hastings, W. (2008). I felt so guilty: Emotions and subjectivity in school-based teacher education. *Teachers and Teaching*, 14(5-6), 497-513.
- Hatton, N., & Smith, D. (1995). Reflection in teacher education: towards definition and implementation. *Teaching and Teacher Education*, 11(1), 33-49.
- Hays, R. T. (2005). *The effectiveness of instructional games: A literature review and discussion (Technical report 2005004)*. Orlando, FL: Naval Air Warfare Center.

- Hickey, DT, Ingram-Goble, AA., & Jameson, EM. (2009). Designing assessments and assessing designs in virtual educational environments. *Journal of Science Education and Technology*, 18(2), 187–208.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de Las Ciencias*, 12(3), 299-313.
- Holmes, B., & Gee, E. (2016). A framework for understanding game-based teaching and learning. *On the Horizon*, 24(1), 1-16.
- Honey, M.A., & Hilton, M. (Eds.). (2011). *Learning science through computer games and simulations*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Hope, J., & Townsend, M. (1983). Student teachers' understanding of science concepts. *Research in Science Education*, 13, 177-184.
- Hsu, C.Y., Tsai, C.C., & Liang, J.C. (2011). Facilitating preschoolers' scientific knowledge construction via computer games regarding light and shadow: The effect of the prediction-observation-explanation (POE) strategy. *Journal of Science Education and Technology*, 20, 482-493.
- Hufnagel, E. (2014). *How preservice elementary teachers express emotions about climate change and related disciplinary ideas*. (Doctoral dissertation). Retrieved from Penn State Electronic Theses and Dissertations.
- Hufnagel, E. (2015). Preservice elementary teachers' emotional connections and disconnections to climate change in a science course. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(9), 1296 – 1324.
- Hufnagel, E. (2017). Attending to emotional expressions about climate change: A framework for teaching and learning. In *Teaching and Learning about Climate Change* (pp. 43-55). Routledge.
- Hufnagel, E. (2019). The “Subtext of Everything”: High School Science Teachers' Views of Emotions and Their Related Teaching Practices. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology*, 19, 430-445.
- Hufnagel, E., & Kelly, G. J. (2018). Examining emotional expressions in discourse: methodological considerations. *Cultural Studies of Science Education*, 13(4), 905-924.
- Huizinga, J. (1972). Esencia y significación del juego como fenómeno cultural. En *Homo ludens* (pp. 11 - 44). España: Alianza Editorial.
- Imai, Y. (2010). Emotions in SLA: New insights from collaborative learning for an EFL classroom. *The Modern Language Journal*, 94(2), 278-292.
- Izquierdo, M. (1999). Aportación de un modelo cognitivo de ciencia a la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, núm. extra.
- Izquierdo, M., & Sanmartí, N. (1998). Ensenyar a llegir a escriure textos de ciències de la naturalesa, en Jorba, J., Gómez, I., Prat, A. (eds.). *Parlar i escriure per aprendre. Ús de la llengua en situació d'ensenyament-aprenentatge de les àrees curriculars*, pp. 210-233. Bellaterra: ICE de la UAB.
- Jaber, L. Z. (2021). “He got a glimpse of the joys of understanding”—The role of epistemic empathy in teacher learning. *Journal of the Learning Sciences*, 30(3), 433-465.

- Jaber, L. Z., & Hammer, D. (2016a). Engaging in science: A feeling for the discipline. *Journal of the Learning Sciences*, 25(2), 156–202.
- Jaber, L. Z., & Hammer, D. (2016b). Learning to feel like a scientist. *Science Education*, 100(2), 189–220.
- Jaber, L. Z., Southerland, S., & Dake, F. (2018). Cultivating epistemic empathy in preservice teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 72, 13–23.
- Jaber, L. Z., Dini, V., & Hammer, D. (2022). “Well that's how the kids feel!”—Epistemic empathy as a driver of responsive teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 59(2), 223–251.
- Jacobsson, C., Pousette, A., & Thylfors, I. (2001). Managing stress and feelings of mastery among Swedish comprehensive school teachers. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 45, 37–53.
- Jaqueira, A. R., Burgués, P. L., Otero, F. L., Araújo, P., & Rodrigues, M. (2014). Educando para la paz jugando: género y emociones en la práctica de juegos cooperativos competitivos. *Educatio Siglo XXI*, 32(1), 15–32.
- Jiménez, I., Naranjo, M. (2016) *Preservice teacher knowledge application: From model-centred instruction to lesson plan design*. Tesis doctoral-Universitat de Vic-Universitat Central de Catalunya.
- Jiménez-Aleixandre, M.P. (2000). Modelos didácticos, en Perales, F.J. y Cañal, P. (eds.). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, pp. 165–186. Alcoy: Marfil.
- Jiménez-Liso, R. (2020). Aprender ciencia escolar implica aprender a buscar pruebas para construir conocimiento. En D. Couso et al. (Eds.), *Enseñando ciencia con ciencia* (pp. 53–62).
- Jiménez-Liso, M., Bellocchi, A., Martínez-Chico, M., & López-Gay, R. (2022). A model-based inquiry sequence as a heuristic to evaluate students' emotional, behavioural, and cognitive engagement. *Research in Science Education*, 52(4), 1313–1334.
- Jiménez-Liso, M.R., Martínez-Chico, M., Avraamidou, L. & López-Gay Lucio-Villegas. R. (2021a). Scientific practices in teacher education: the interplay of sense, sensors, and emotions. *Research in Science & Technological Education*, 39(1), 44–67.
- Jiménez-Liso, R., Delgado, L., Castillo-Hernández, F. J. & Baños, I. (2021b). Contexto, indagación y modelización para movilizar explicaciones del alumnado de secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 39(1), 5.
- Jorba, J., & Sanmartí, N. (1994). *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua*. Madrid: Ministerio de Educación y Cultura.
- Justi, R. S., & Gilbert, J. K. (2003). Teachers' views on the nature of models. *International Journal of Science Education*, 25(11), 1369–1386.
- Kapp, K. M. (2012). Games, Gamification, and the Quest for Learner Engagement. *Talent Development*, 66, 64–68.
- Karadag, R. (2015). Pre-service teachers' perceptions on game-based learning scenarios in primary reading and writing instruction courses. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 15(1), 185–200.

- Kaufman, M., & Fumagalli, L. (2000). *Enseñar Ciencia Naturales. Reflexiones y propuestas Didácticas*. Ed. Paidós Educador B.A. ,Barcelona, México.
- Kelly, G. J. (2014). Discourse practices in science learning and teaching. In N. G. Lederman & S. K. Abell (Eds.), *Handbook of research in science education* (Vol. 2, pp. 321–336). Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- Keltner, D., & Gross, J. J. (1999). Functional accounts of emotions. *Cognition & Emotion*, *13*(5), 467-480.
- Keltner, D., & Ekman, P. (2000). Facial expression of emotion. In M. Lewis & J. M. Haviland-Jones (Eds.), *Handbook of emotions* (2nd Edition, pp. 236–249). New York: Guilford Press.
- Khalili, N., Sheridan, K., Williams, A., Clark, K., & Stegman, M. (2011). Students designing video games about immunology: insights for science learning. *Computers in the Schools* *28*(3), 228–240.
- Kilgore, K., Ross, D., & Zbikowski, J. (1990). Understanding the perspectives of first-year teachers. *Journal of Teacher Education*, *41*, 28-38.
- Kim, B., Park, H., & Baeik, Y. (2009). Not just fun, but serious strategies: using meta-cognitive strategies in game-based learning. *Computers & Education* *52*, 800–810.
- Kind, V. (2009). Pedagogical content knowledge in science education: Perspectives and potential for progress. *Studies in Science Education*, *45*(2), 169–204.
- King, D., Ritchie, S., Sandhu, M., & Henderson, S. (2015). Emotionally intense science activities. *International Journal of Science Education*, *37*(12), 1886-1914.
- Koballa, T. R., & Crawley, F. E. (1985). The influence of attitude on science teaching and learning. *School Science and Mathematics*, *85*(3), 222-232.
- Kohn, A. (1992). *No contest: The case against competition*. New York: Houghton Mifflin.
- Korthagen, F. (2010). La práctica, la teoría y la persona en la formación del profesorado. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, *68* (24 2), 88-101.
- Kortland, K., & Klaassen, K. (2010). *Designing theory-based teaching-learning sequences for science education*. FSME: Utrecht.
- Koufetta-Menicou, C., & Scaife, J. (2000). Teachers' questions-types and significance in science education. *School Science Review*, *81*, 79-84.
- Krogh, S., & Crews, R. (1989). Determinants of reflectivity in student teachers' reflective reports. In *Annual conference of the American Educational Research Association, San Francisco*.
- Larsen, R. J., & Diener, E. (1992). Promises and problems with the circumplex model of emotion. In M. S. Clark (Ed.), *Review of personality and social psychology: Emotion* (Vol. 13, pp. 25–59). Newbury Park, CA: Sage.
- Lavega, P., Filella, G., Agulló, M. J., Soldevila, A., & March, J. (2011): Understanding emotions through games: helping trainee teachers to make decisions. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, *24*, 9(2), 617-640.
- Leach, J. & Scott, P. (2002). Designing and evaluating science teaching sequences: an approach based upon the concept of learning demands and a social constructivist perspective on learning. *Studies in Science Education* *38*(1), 115-142.

- Lemke, Jay L. (2006). *Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir*. Estados Unidos: University of Michigan.
- Li, M.C., & Tsai, C.C. (2013). Game-based learning in science education: A review of relevant research. *Journal of Science Education and Technology*, 22, 877-898.
- Lidar, M., Lundqvist, J., & Östman, L. (2006). Teaching and learning in the science classroom: The interplay between teachers' epistemological moves and students' practical epistemology. *Science Education*, 90, 148–163.
- Lim, C.P., Nonis, D., & Hedberg, J. (2006). Gaming in a 3D multiuser virtual environment: engaging students in science lessons. *British Journal of Educational Technology* 37(2), 211–231.
- Linn, M.C., Chang, H.Y., Chiu, J., Zhang, H., & McElhaney, K. (2010). Can desirable difficulties overcome deception clarity in scientific visualizations? In A.S. Benjamin (Ed.) *Successful remembering and successful forgetting: A Festschrift in honor of Robert A. Bjork*. New York: Routledge.
- Löfström, E., & Nevgi, A. (2007). From strategic planning to meaningful learning: Diverse perspectives on the development of web-based teaching and learning in higher education. *British Journal of Educational Technology*, 38(2), 312-324.
- López, V. (24 de gener de 2017). Jocs i ludificació a la classe de ciències. Programa Ciència i Aula. Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació, Barcelona. <https://www.recercaenaccio.cat/ra-jocs-i-recursos-educatius/videos/video-de-la-xerrada-jocs-i-gamificacio-a-les-classes-de-ciencies/>
- Lutz, C. A., & Abu-Lughod, L. E. (1990). Language and the politics of emotion. In *This book grew out of a session at the 1987 annual meeting of the American Anthropological Association called "Emotion and Discourse"*. Editions de la Maison des Sciences de l'Homme.
- Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, Hilda. (1999). Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In J. Gess-Newsome & N. Lederman (Eds.), *PCK and Science Education* (pp. 95-132). New York, NY: Kluwer Academic Publishers.
- Marín, I. (2018). *¿Jugamos?*. Barcelona: Paidós.
- Martí, J. (2006). Les idees científiques dels infants i l'ensenyament de les ciències a l'escola primària. Reflexions educatives. *Comunicació Educativa*, 19, 19-26.
- Martí, J (2012). *Aprendre ciències a l'Educació Primària*. Barcelona: Graó.
- Martí, J., Calafell, G., & Junyent, M. (2016) *Perfils d'activitat científica escolar en les planificacions d'estudiants de mestre d'educació primària. Canvis i continuïtats*. Tesi doctoral-Universitat Autònoma de Barcelona.
- Martin, J.R. & White, P.R.R. (2005). *The language of evaluation: Appraisal in English*. New York, NY: Palgrave, Macmillan.
- 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.

- Márquez, M., Ametller, J., & Jiménez-Liso, R. (2022). Science teachers' perceptions of emotions during practice: an analysis of novice and experts' teaching diaries. In *V Conference of Pre-doctoral Researchers*, (pp. 168-169).
- Mascolo, M. F. (2009). Wittgenstein and the discursive analysis of emotion. *New Ideas in Psychology*, 27(2), 258–274.
- Mayring, P. (2004). Qualitative content analysis. *A companion to qualitative research*, 1(2), 159-176.
- McClarty, K.L., Orr, A., Frey, P.M., Dolan, R.P., Vassileva, V., & McVay, A. (2012). A Literature Review of Gaming in Gaming. *Gaming in Education*, 1-36.
- McEwan, H., & Bull, B. (1991). The pedagogic nature of subject matter knowledge. *American Educational Research Journal*, 28 (2), 316 -334.
- Méheut, M. & Psillos, D. (2004): Teaching and learning sequences: aims and tools for science education research. *International Journal of Science Education*, 26 (5), 515-535.
- Mellado, V. (1996). Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación inicial de primaria y secundaria. *Enseñanza de las ciencias*, 14(3), 289-302.
- Mellado, V., Borrachero, A. B., Brígido, M., Melo, L. V., Dávila, M. A., Cañada, F., Conde, M. C., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R., Martínez, G., Ruiz, C., Sánchez, J., Garritz, A., Mellado, L., Vázquez, B., Jiménez, R. & Bermejo, M. L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32 (3), 11-36.
- Meneses, M., & Monge, M. D. L. Á. (2001). *El juego en los niños: enfoque teórico*. Educación, 25(2), 113-124.
- Michelet, A. (1977) *Los útiles de la infancia*. Barcelona: Herder
- Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-Based Science Instruction—What Is It and Does It Matter? Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474–496.
- Moraga, S., Espinet, M., & Merino, C. (2019). El contexto en la enseñanza de la química: Anàlisi de secuencias de enseñanza y aprendizaje diseñadas por profesores de ciencias de secundaria en formación inicial. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(1), 1604.
- Morris, B.J., Croker S., Zimmerman C., Gill D., & Romig C. (2013). Gaming science: The «Gamification» of scientific thinking. *Frontiers in Psychology*, 4.
- Murphy, M.S., Huber, J. & Clandinin, D.J. (2012). Narrative inquiry into two worlds of curriculum making. *LEARNing landscapes*, 5(2), 217-235.
- National Research Council (2007). *Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8. Committee on Science Learning, Kindergarten Through Eighth Grade*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Navarro, V. (2002). *El afán de jugar. Teoría y práctica de los juegos motores*. Barcelona: Inde.
- Nias, J. (1996). Thinking about feeling: The emotions in teaching. *Cambridge Journal of Education*, 26, 293-306.

- Nilsson, E.M., & Jakobsson, A. (2011). Simulated sustainable societies: students' reflections on creating future cities in computer games. *Journal of Science Education and Technology*, 20(1), 33–50.
- Nousiainen, T., Kangas, M., Rikala, J. & Vesisenaho, M. (2018). Teacher competencies in game-based pedagogy. *Teaching and Teacher Education*, 74, 85-97.
- Oades-Sese, G., Matthews, T. A., & Lewis, M. (2014). Shame and pride and their effects on student achievement. In R. Pekrun, & L. Linnenbrink-Garcia (Eds.), *International handbook of emotions in education* (pp. 246– 264). New York: Routledge.
- Olson, R. E., Bellocchi, A., & Dadich, A. (2020). A post-paradigmatic approach to analysing emotions in social life. *Emotions and Society*, 2(2), 157-178.
- Ortega Ruiz, R. (1992). *El juego infantil y la construcción social del conocimiento*. Sevilla: Alfar.
- Ortony, A., & Turner, T. J. (1990). What's basic about basic emotions?. *Psychological review*, 97(3), 315.
- Osborne, J. (2014). Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change. *Journal of Science Teacher Education* 25, 177-196.
- Osborne, J. (2012). The Role of Argument: Learning How to Learn in School Science. In B. Fraser, C. McRobbie & K. Tobin (Eds), *Second International Handbook of Science Education* (pp. 933-949). New York: Springer International Handbooks of Education.
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of research in science teaching*, 41, 994-1020
- Otto, S., Körner, F., Marschke, B. A., Merten, M. J., Brandt, S., Sotiriou, S., & Bogner, F. X. (2020). Deeper learning as integrated knowledge and fascination for Science. *International Journal of Science Education*, 42(5), 807-834.
- Paredes Ortiz, J. (2003). *Juego, luego soy. Teoría de la actividad lúdica*. Sevilla: Wanceulen.
- Paris, S., & Turner, J. (1994). Situated motivation. In P. R. Pintrich, D. Brown, & C. E. Weinstein (Eds.), *Student motivation, cognition, and learning: Essays in honor of Wilbert J. McKeachie* (p. 213-237).
- Parlett, D. (1999). *The Oxford history of board games*. New York: Oxford University Press.
- Payà, A. (2007). *La actividad lúdica en la historia de la educación española contemporánea*. (Tesis doctoral). Universitat De Valencia, Valencia, España.
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., ...& Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47– 61.
- Perales, F.J., & Cañal, P. (2000). *Didáctica de les ciències experimentals*. Alcoy: Madrid.
- Piaget, J. (1946). *La formación del símbolo del niño*. México. Fondo de la cultura económica.
- 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 extra. Junio).
- Prensky, M. (2001). *Digital game-based learning*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Qian, M., & Clark, K.R. (2016). Game-based learning and 21st century skills: A review of recent research. *Computers in Human Behavior*, 63, 50–58.

- Quinn, V. (1997). *Critical thinking in young minds*. London: David Fulton.
- Radoff, J., Jaber, L. Z., & Hammer, D. (2019). "It's scary but it's also exciting": Evidence of meta-affective learning in science. *Cognition and Instruction*, 3(1), 73–92.
- Ramey-Gassert, L., Shroyer, M. G., & Staver, J. R. (1996). A qualitative study of factors influencing science teaching self-efficacy of elementary level teachers. *Science Education*, 80, 283–315.
- Randall R. (2005). A new climate for psychotherapy? *Psychotherapy and Politics International*, 3(3), 165–179.
- Reiss, S. (2002). *Who Am I? The 16 basic desires that motivate our actions and define our personalities*. New York: Berkley Trade Paperback.
- Renkema, J. 2001. "Intensificadores: un marco de análisis". *Revista electrónica discurso* 1 (1): 1-22 [Document d' Internet disponible a <http://www.janrenkema.nl/pdf/intensificadores.pdf>].
- Ripoll, O. (2006). El joc com una eina educativa. *Revista d'Intervenció Socioeducativa*, 33, 11-27.
- Ripoll, O. (2017, October 12). La gamificació Al Fil De La Navalla. Medium. Retrieved November 30, 2022, from <https://medium.com/@oriolripoll/la-gamificaci%C3%B3-al-fil-de-la-navalla-a5017452e554>
- Ritchie, S.M., & Beers Newlands, J. (2017). Emotional events in learning science. In Bellocchi, A., Quigley, C., Otrell-Cass, K. (eds). *Exploring emotions, aesthetics and wellbeing in science education research* (pp 107-119). Springer, Cham.
- Ritchie, S. M., Hudson, P., Bellocchi, A., Henderson, S., King, D., & Tobin, K. (2016). Evolution of self-reporting methods for identifying discrete emotions in science classrooms. *Cultural Studies of Science Education*, 11(3), 577-593.
- Rivera Maulucci, M. S. (2013). Emotions and positional identity in becoming a social justice science teacher: Nicole's Story. *Journal of Research in Science Teaching*, 50, 453–478.
- Rodgers, C. (2002). Defining reflection: another look at John Dewey and reflective thinking, *Teachers College Record*, 104(4), 842–866.
- Romero Ariza, M. (2017). El aprendizaje por indagación: ¿existen suficientes evidencias sobre sus beneficios en la enseñanza de las ciencias? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 14(2), 286-299.
- Romero, M., Arnab, S., De Smet, C., Mohamad, F., Minoi, J. L., & Morini, L. (2019). Assessment of Co-Creativity in the Process of Game Design. *Electronic Journal of e-Learning*, 17(3), 199-206.
- Ross, E.W. (1987). Teacher perspective development: A study of preservice social studies teachers. *Theory and Research in Social Education*, 15(4), 225-243.
- Roth, W. M. (2013). Toward a post-constructivist ethics in/of teaching and learning. *Pedagogies: An International Journal*, 8(2), 103-125.
- Roth, W. M., & Hsu, P. L. (2012). Analyzing verbal data: An object lesson. In *Second international handbook of science education* (pp. 1501-1513). Springer, Dordrecht.

- Roth, W.M., & Jornet, A. (2014). Toward a theory of experience. *Science Education*, 98, 106–126.
- Ruiz Ortega F. J. (2007). Modelos didácticos para la enseñanza de las Ciencias Naturales. *Latinoamericana de Estudios Educativos*, 3(2), 41-60. Recuperado a partir de <https://revistasojs.ucaldas.edu.co/index.php/latinoamericana/article/view/5764>
- Russell, J. A. (1980). A circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39, 1161–1178.
- Ruthven, K., Deaney, R., & Hennessy, S. (2009). Using graphing software to teach about algebraic forms: a study of technology-supported practice in secondary-school mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 71(3), 279-297.
- Salen, K., & Zimmerman, E. (2004). *Rules of play: Game design fundamentals*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las Ciencias en la Educación Secundaria Obligatoria*. Madrid: Síntesis.
- Sanmartí, N. (2020). Avaluar és aprendre: l'avaluació per millorar els aprenentatges de l'alumnat en el marc del currículum per competències. Retrieved from https://repositori.educacio.gencat.cat/bitstream/handle/20.500.12694/652/avaluar_es_aprendre_avaluacio_per_millorar_aprenentatges_alumnat_marc_curriculum_comp_etencies_2020.pdf?sequence=4
- Scherer, K. R. (2005). What are emotions? And how can they be measured?. *Social science information*, 44(4), 695-729.
- Schneiderhan-Opel, J., & Bogner, F. X. (2020). How fascination for biology is associated with students' learning in a biodiversity citizen science project. *Studies in Educational Evaluation*, 66, 100892.
- Schön, D. A. (1987). *Educating the Reflective Practitioner*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Schwarz, C.V., & Gwekwerere, Y.N. (2007). Using a Guided Inquiry and Modeling Instructional Framework (EIMA) to Support Preservice K-8 Science Teaching. *Science Education*, 91(1), 158-186.
- Schwarz, C.V., Reiser, B.J., Davis, E.A., Kenyon, L., Fortus, D., Shwartz, Y,... Krajcik, J. (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. *Cognition and Instruction*, 23(2), 165–205.
- Sewell, Jr, W. H. (1992). A Theory of Structure: Duality, Agency, and Transformation. *American Journal of Sociology* 9, 1–29.
- Shields, S. A. (2002). *Speaking from the heart: Gender and the social meaning of emotion*. Cambridge University Press.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Educational Review*, 57(1), 1-22.

- Sinclair, K.E., Heys, T.A., & Kemmis, S. (1974) Anxiety and cognitive processes in problem solving. *Australian Journal of Education*, 18(3), 239-254.
- Spires, H.A., Rowe, J.P., Mott, B.W., Lester, J.C. (2011). Problem solving and game-based learning: effects of middle grade students' hypothesis testing strategies on learning outcomes. *Journal of Educational Computing Research* 44(4), 453-472.
- Spradley, J. P. (1980). *Participant observation*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Squire, K., Klopfer, E. (2007). Augmented reality simulations on handheld computers. *The Journal of the Learning Science*, 16(3), 371-413.
- Staalduinen, J.P.v., Freitas, S.d. (2011) A game-based learning framework: Linking game design and learning outcomes. In Khine, M.S. (Ed.), *Learning to Play: Exploring the Future of Education with Video Games*, Peter Lang Publishing Inc.
- Suits, B. (1990). *Grasshopper: Games, Life and Utopia*. Boston: David R. Godine.
- Tang, S., Hanneghan, M., Rhalibi, A. (2009). Introduction to games-based learning. In: Connolly, T., Stansfield, M., Boyle, L. (Eds.), *Games-based Learning Advancements for Multi-Sensory Human Computer Interfaces*. New York: IGI Global.
- Thayer, R. E. (1989). *The biopsychology of mood and activation*. New York: Oxford University Press.
- Thoits, P. A. (1989). The sociology of emotions. *Annual review of sociology*, 317-342.
- Thomas, B. (2006). *Composition studies and teaching anxiety: A pilot study of teaching groups and discipline- and program-specific triggers*. Unpublished doctoral dissertation. Bowling Green University, Bowling Green.
- Tobin, K. (2006). Qualitative research in classrooms: Pushing the boundaries of theory and methodology. In *Doing educational research* (pp. 15-57). Brill
- Tobin, K. (2014). Using Collaborative Inquiry to better understand teaching and learning. In *Activist Science and Technology Education* (pp. 127-147). Springer, Dordrecht.
- Tobin, K., & Espinet, M. (1989). Impediments to change: application of coaching in high school science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 26 (2), 105-120.
- Tulving, E., & Thomson, D. M. (1973). Encoding specificity and retrieval processes in episodic memory. *Psychological review*, 80(5), 352.
- Turner, J. H. (2007). *Human emotions: A sociological theory*. London, England: Routledge.
- Topalsan, A. K. & Bayram, H. (2019). Identifying Prospective Primary School Teachers' Ontologically Categorized Misconceptions on the Topic of "Force and Motion". *Journal of Turkish Science Education*, 16(1), 85-109.
- Vázquez, A., & Manassero, M. A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka*, 5 (3), 274-292.
- Veldkamp, A., Daemen, J., Teekens, S., Koelewijn, S., Knippels, M. C. P., & van Joolingen, W. R. (2020). Escape boxes: Bringing escape room experience into the classroom. *British Journal of Educational Technology*, 51(4), 1220-1239.

- Veldkamp, A., Rebecca Niese, J., Heuvelmans, M., Knippels, M. C. P., & van Joolingen, W. R. (2022). *You escaped! How did you learn during gameplay?*. British Journal of Educational Technology.
- Veldkamp, A., van de Grint, L., Knippels, M. C. P., & van Joolingen, W. R. (2020). Escape education: A systematic review on escape rooms in education. *Educational Research Review, 31*, 100364.
- Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Watson, D., & Tellegen, A. (1985). Toward a consensual structure of mood. *Psychological bulletin, 98*(2), 219.
- Wee, B., Shepardon, D. P., Fast, J., & Harbor, J. (2007). Teaching and learning about inquiry: Insights and challenges in professional development. *Journal of Science Teacher Education, 18*, 63–89.
- Weitze, C.L. (2014) Developing Goals and Objectives for Gameplay and Learning. In K. Schrier (Ed.), *Learning, Education and Games: Volume One: Curricular and Design Considerations* (Vol. 1, pp. 225-249). Pittsburgh: Carnegie Mellon.
- Werbach, K., Hunter, D. (2012). *For the win: How game thinking can revolutionize your business*. Wharton Digital Press.
- Wilson, K. A., Bedwell, W. L., Lazzara, E. H., Salas, E., Burke, C. S., Estock, J., ... & Conkey, C. (2009). Relationships between game attributes and learning outcomes: Review and research proposals. *Simulation & Gaming: An Interdisciplinary Journal, 40*, 217-266.
- 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.
- White, P. R. (2000). Media objectivity and the rhetoric of news story. *Discourse and community: doing functional linguistics. Tübingen: Gunter Narr Verlag, 379-397*.
- Wright, D.B., Gaskell, G.D., & O'Muircheartaigh, C.A. (1995). Testing the multiplicative hypothesis of intensifiers. *Applied Cognitive Psychology, 9*, 167-177.
- Yilmaz, M., Günes, P., & Türk Katircioglu, H. (2016). Examination of the Teacher Self-Efficacy of Pre-Service Biology and Science Teachers in Terms of Different Variable. *Journal of Turkish Science Education, 13*(1), 45-54.
- Young, M.F., Slota, S., Cutter, A.B., Jalette, G., Mullin, G., Lai, B., Simeoni, Z., Tran, M., & Yukhymenko, M. (2012) Our princess is in another castle: A review of trends in serious gaming for education. *Review of Educational Research, 82*, 61–89.
- Zembal-Saul, C., Blumenfeld, P. C., & Krajcik, J. S. (2000). The influence of early cycles of planning, teaching, and reflection on prospective elementary teachers' developing understanding of supporting students' science learning. *Journal of Research in Science Teaching, 37*(4), 318 – 339.
- Zembylas, M. (2002). Constructing Genealogies of Teachers' Emotions in Science Teaching. *Journal of research in science teaching, 39*(1), 79-103.

- Zembylas, M. (2004). The emotional characteristics of teaching: An ethnographic study of one teacher. *Teaching and Teacher Education, 20*(2), 185-201.
- Zembylas, M. (2007). Emotional ecology: The intersection of emotional knowledge and pedagogical content knowledge in teaching. *Teaching and Teacher Education, 23*(4), 355–367.
- Zembylas, M. & Buhlman Barker, H. (2002). Preservice teacher attitudes and emotions: individual spaces, community conversations and transformations. *Research in Science Education, 32*, 329-351.

Índex de Taules i Figures

Figura 1. Contextos de reflexió al llarg de les dues assignatures de Didàctica de les Ciències I i II.....	20
Figura 2. Organització del capítol 2 Joc per ensenyar i aprendre ciències.....	30
Figura 3. Relació entre Aprenentatge, ABJ, ludificació, joc educatiu i joc seriós. Adaptació de Tang, Hanneghan i El Rhalibi, 2009.	40
Figura 4. Organització del capítol 3 Formació inicial de mestres per a l'ensenyament i aprenentatge de les ciències.....	56
Figura 5. Cicle d'indagació.....	62
Figura 6. Cicle de modelització.....	64
Figura 7. Model d'activitat científica.....	65
Figura 8. Dualitat entre l'àmbit dels fets i les idees.	66
Figura 9. Categories del coneixement base segons Shulman.....	69
Figura 10. Components del CDC en l'ensenyament de les ciències segons la proposta de Magnusson et al. (1999) dins Martí (2016).	71
Figura 11. Etapes de l'organització i seqüència de les activitats en una unitat didàctica.	77
Figura 12. Organització del capítol 4 Emocions en la formació al professorat	84
Figura 13. Organització del capítol 5 Metodologia	104
Figura 14. Contextos de reflexió en relació amb les fases de disseny i implementació al llarg de les dues assignatures de Didàctica de les Ciències I i II.	108
Figura 15. Imatge de les combinacions de cartes del joc Torre de Babel.....	114
Figura 16. Imatge de la diapositiva de la presentació de la sessió. Activitat del mercat de jocs.	115
Figura 17. Relació entre els contextos d'orientació reflexiva i les assignatures de didàctica de les ciències de la UVic-UCC.....	119
Figura 18. Procés de recollida de dades de l'objectiu 1	121
Figura 19. Imatge del document de la SEA final del grup de força de fregament B1.....	127
Figura 20. Procés de recollida de dades corresponent a l'objectiu 2.....	131

Figura 21. Passos per a l'anàlisi de les expressions emocionals en els discursos dels grups focals.	137
Figura 22. Categories d'anàlisi de les expressions emocionals	141
Figura 23. Relació de 24 tipus d'emoció entre potència i valència. Extret de Fontaine i Scherer (2013)	142
Figura 24. Relació de 24 tipus d'emoció entre excitació i valència. Extret de Fontaine i Scherer (2013)	143
Figura 25. Relació de 24 tipus d'emocio entre novetat i valència. Extret de Fontaine i Scherer (2013)	143
Figura 26. Expressions emocionals del context 5, grup C.....	150
Figura 27. Organització del capítol 6 Canvis en les activitats de joc. Resultats i discussió... 156	
Figura 28. Funció didàctica de les AJ en la SEA inicial segons el tema de ciències.....	158
Figura 29. Funció didàctica de les AJ en la SEA final segons el tema de ciències.....	158
Figura 30. Imatge del joc de taula del grup B1 sobre la calor	159
Figura 31. Tipologia dels jocs de les AJ en la SEA inicial segons el tema de ciències.	166
Figura 32. Tipologia dels jocs de les AJ en la SEA final segons el tema de ciències.....	167
Figura 33. Relació dels objectius d'aprenentatge i objectius lúdics de les AJ en la SEA inicial segons el tema de ciències.	169
Figura 34. Imatge del joc de taula del grup B1 de llum.....	170
Figura 35. Relació dels objectius d'aprenentatge i objectius lúdics de les AJ en la SEA final segons el tema de ciències.	170
Figura 36. Estructura del material i el temps de les AJ en la SEA inicial segons el tema de ciències.	172
Figura 37. Estructura del material i el temps de les AJ en la SEA final segons el tema de ciències.	172
Figura 38. Imatge del joc de taula del grup A1 del tema de calor.....	173
Figura 39. Relació entre participants de les AJ en la SEA inicial segons el tema de ciències.	174
Figura 40. Relació entre participants de les AJ en la SEA final segons el tema de ciències.. 174	
Figura 41. Accions de joc de les AJ en la SEA inicial segons el tema de ciències.....	176
Figura 42. Accions de joc de les AJ en la SEA final segons el tema de ciències.	176
Figura 43. Accions d'ACE de les AJ en la SEA inicial segons el tema de ciències.	177

Figura 44. Imatge del joc de taula del grup B1 del tema de flotabilitat.	178
Figura 45. Accions d'ACE de les AJ en la SEA final segons el tema de ciències.	178
Figura 46. Imatge de la taula de recollida de dades de l'activitat de joc del grup B2 del tema de so.	179
Figure 47. Diagram of the subjects structure.....	184
Figure 48. Diagram of Chapter 7 organization.	185
Figura 49. Group A Emotional Expressions in Context 1.	188
Figura 50. Group B Emotional Expressions in Context 1	193
Figura 51. Group C Emotional Expressions in Context 1	196
Figura 52. Design phase in Science Education I and II courses.....	200
Figura 53. Group A Emotional Expressions in Context 2	203
Figura 54. Group B Emotional Expressions in Context 2	206
Figura 55. Group C Emotional Expressions in Context 2	209
Figura 56. Group A Emotional Expressions in Context 3	215
Figura 57. Group B Emotional Expressions in Context 3	217
Figura 58. Group C Emotional Expressions in Context 3	221
Figura 59. Implementation phase in Science Education I and II courses	224
Figura 61. Group A Emotional Expressions in Context 4	225
Figura 62. Group B Emotional Expressions in Context 4	228
Figura 63. Group C Emotional Expressions in Context 4	230
Figura 64. Group A Emotional Expressions in Context 5	233
Figura 65. Group B Emotional Expressions in Context 5	236
Figura 66. Group C Emotional Expressions in Context 5	238
Taula 1. Elements de descripcions de joc de 8 autors.....	33
Taula 2. Cronologia de teories de joc en l'educació.....	34
Taula 3. Jocs, aprenentatge basat en el joc i ludificació.....	38
Taula 4. Manifestacions del joc en contextos d'aprenentatge	40
Taula 5. Classificació de jocs segons Caillois	42
Taula 6. Classificació de jocs educatius	43
Taula 7. Vuit valors des del punt de vista de les tipologies de joc	44

Taula 8. Reptes del disseny de jocs per ensenyar i aprendre ciències.....	50
Taula 9. Models didàctics per a l'ensenyament de les ciències.	59
Taula 10. Paradigmes d'investigació dominants en relació amb les seves teories de les emocions	86
Taula 11. Planificació de l'assignatura de Didàctica de les Ciències I de la UVic-UCC (Cursos 2017/18).....	111
Taula 12. Preguntes el qüestionari inicial relacionades amb el joc.....	113
Taula 13. Element de suport de l'activitat de joc per fer el pressupost.....	117
Taula 14. Graella per a l'anàlisi de la SEA inicial.....	121
Taula 15. Relació de temes, grups i documents d'anàlisi.....	122
Taula 16. Sistema de categories per a l'anàlisi d'AJ dins una SEA.....	122
Taula 17. Sistema de categories utilitzades per l'anàlisi de les AJ en SEA II.....	125
Taula 18. Instrument d'anàlisi de les AJ inicials i finals. Exemple de les 4 AJ inicials i finals de flotabilitat.....	128
Taula 19. Instrument d'anàlisi de les SEA en relació amb el tema de ciències	128
Taula 20. Formulari virtual inicial de l'assignatura de Didàctica de les Ciències I.....	132
Taula 21. Exemple d'un fragment transcrit de la gravació del grup focal.....	138
Taula 22. Exemple d'un fragment analitzat segons dimensions d'anàlisi	139
Taula 23. Document de treball del recull d'abouness organitzats per tipus d'emoció	144
Taula 24. Descripció de les categories d'aboutness del Context 1.....	146
Taula 25. Descripció de les categories d'aboutness dels Contextos 2 i 3.....	147
Taula 26. Descripció de les categories d'aboutness dels Contextos 4 i 5.....	148
Taula 27. Codificació del grup social de les Expressions Emocionals	149
Taula 28. Activitats de joc de calor.....	161
Taula 29. Activitats de joc de flotabilitat.....	162
Taula 30. Activitats de joc de fregament.....	163
Taula 31. Activitats de joc de llum	164
Taula 32. Activitats de joc de so.....	165
Taula 33. Game Activities descriptions. (Martín-Ferrer et al., in press).....	201

