

# L'APRENTATGE BASAT EN EL DISSENY DE JOCS: ELS REPTES DE DUES MESTRES A L'HORA D'ENSENYAR A TRAVÉS DEL JOC

LAURA MARTÍN FERRER

Universitat de Vic - Universitat Central de Catalunya  
Departament de les Arts i les Ciències  
laura.martin@uvic.cat  
<https://orcid.org/0000-0002-3275-7257>

ARNAU AMAT VINYOLES

Universitat de Vic - Universitat Central de Catalunya  
Departament de les Arts i les Ciències  
arnau.amat@uvic.cat  
<https://orcid.org/0000-0002-2307-7604>

## RESUM

Tot i que els jocs són una eina valuosa per a l'ensenyament de les ciències, encara hi ha poca investigació sobre les experiències de disseny de jocs per construir coneixement científic. Aquest estudi explora com dues mestres de primària en formació inicial reflexionen sobre l'experiència de dissenyar una activitat de joc científic dins d'una Situació d'Aprenentatge. Des d'un enfocament interpretatiu i sociocultural, es van recollir dades qualitatives de les experiències del grup a partir de grups focals en dos moments del procés de disseny. Els resultats mostren: *a)* les diferents concepcions de les mestres sobre l'ús dels jocs per ensenyar ciències; *b)*

quatre reptes que encaren durant el procés de dissenyar un joc per ensenyar ciències. El context d'aprenentatge de disseny de joc va propiciar la reflexió entorn a les orientacions didàctiques per a la construcció del coneixement científic de les futures mestres de primària.

PARAULES CLAU: formació inicial de mestres, aprenentatge basat en jocs, didàctica de les ciències.

GAME DESIGN-BASED LEARNING: THE CHALLENGES OF TWO TEACHERS WHEN TEACHING THROUGH PLAY

ABSTRACT

Although games are a valuable tool for teaching science, there has still been little research on experiences of designing games as a means of building scientific knowledge. The present study explores how two pre-service primary school teachers reflect on the experience of designing a science game activity within a Learning Situation. Taking an interpretative and sociocultural approach, qualitative data were collected from the group's experiences through focus groups at two points in the design process. The results show: a) the teachers' different understandings of how games can be used to teach science; and b) the four challenges faced by the teachers during the process of designing a game to teach science. Learning how to design a game caused them to reflect on pedagogical orientations that could be used by future primary school teachers for the construction of scientific knowledge.

KEYWORDS: pre-service primary school teacher training, Game-Based Learning, science teaching.

REBUT: 25/03/2024 | ACCEPTAT: 02/07/2024

## 1. Introducció

El joc pot ser una eina pedagògica útil per ensenyar i aprendre ciències. A més de la motivació i l'aprenentatge conceptual, els jocs de ciències poden ser instrumentalitzats per fomentar pràctiques científiques, la comprensió de la naturalesa de la ciència, el desenvolupament del diàleg i l'argumentació científica, així com per fomentar una identificació més profunda de l'alumnat amb la ciència i el seu propi procés d'aprenentatge (Honey i Hilton, 2011). Diverses investigacions mostren que el joc no simplement afavoreix, sinó que potencia pràctiques pròpies de l'activitat científica (Gee, 2003). En aquest sentit, els contextos de joc no es limiten a la transmissió passiva de dades científiques o a una visió reduïda de la ciència; més aviat, es configuren com a contextos que permeten la indagació sociocientífica, com ha destacat Barab en la seva revisió (2007).

El joc pot esdevenir una experiència d'aprenentatge a l'escola, tal com defensa Dewey (2004), en la qual es duguin a terme activitats de joc, enteses com a activitats voluntàries, plaents i fictícies, que contempen unes normes, un espai, uns materials i uns objectius consensuats (Huizinga, 1972). Així i tot, estem d'acord amb Ripoll (2006) que l'única persona que pot dir que està jugant és el mateix jugador, qui viu una experiència com a divertida i plaent. 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.

És important remarcar que, quan ens plantegem 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 específicament a l'aprenentatge de les ciències.

Entenem que si els docents volem introduir el joc per aprendre ciències, els jocs que escollim o dissenyem han de permetre fer ciència autèntica a l'aula, és a dir, fer aquelles accions que caracteritzen l'activitat científica. Ens referim al fet que els jocs de ciències haurien de permetre desenvolupar algunes competències, habilitats i pràctiques científiques en relació amb fenòmens científics, com fer-se preguntes, observar i

analitzar dades, fer hipòtesis, extreure conclusions, i també argumentar d'acord amb les evidències, representar idees o construir explicacions científiques.

En aquest sentit, entenem el joc de ciències com una activitat lúdica que incorpora mecàniques i elements per afavorir un context de ciència autèntica. Per exemple, un joc de cartes que permeti comprendre les relacions tròfiques entre éssers vius com Ecosistemes (Vidal, 2023), o bé un joc de punteria amb rampes que permeti observar la força de fregament en objectes de mides o formes diferents.

Al contrari, un joc de ciències no hauria de ser una simple modificació estètica d'una activitat científica disfressada d'elements lúdics, com l'ús d'un concurs de preguntes digital com el Kahoot! per disfressar una prova d'avaluació sobre la flotabilitat o un joc que inclou les ciències de forma anecdòtica, per exemple un joc de taula que contempla una temàtica científica com el joc de taula Virus (Cabrero *et al.*, 2015), però que està mancat de contingut científic sobre la transmissió dels virus. Així doncs, entenem que un joc de ciències és aquell que aconsegueix el difícil equilibri entre “accions que permetin aprendre ciències” i “accions que permetin gaudir del joc”.

El següent estudi forma part d'una investigació més àmplia d'una tesi doctoral en el marc de les dues assignatures de didàctica de les ciències al Grau de Mestre d'Educació Primària de la Universitat de Vic - Universitat Central de Catalunya. En aquest article ens centrem en la primera assignatura de tercer curs, en la qual es proposa un context de disseny d'una Seqüència d'Ensenyament i Aprenentatge (SEA) en què s'havia d'incorporar una activitat de joc. Aquest context d'aprenentatge permet que les mestres en formació inicial reflexionin sobre les seves orientacions didàctiques amb relació a l'ensenyament de les ciències i el joc com a estratègia educativa.

En aquest sentit, l'objectiu d'aquest article és doble: per una banda, descriure i interpretar les concepcions que tenen les mestres sobre el joc com a eina per ensenyar ciències i, per altra banda, identificar els reptes i dificultats que han hagut d'afrontar mentre dissenyen una activitat de joc per ensenyar la força de fregament.

## 2. Disseny de jocs en la formació inicial de mestres

Els processos de disseny d'un joc posen a prova les habilitats i els coneixements dels docents, ja que han d'aplicar el seu coneixement didàctic de les ciències i reflexionar sobre els processos d'ensenyament i aprenentatge. Encarar-se als reptes del disseny de jocs podria ajudar a donar sentit a les pròpies orientacions didàctiques. Quan es dissenya un joc, al contrari que quan només s'hi juga, es construeixen noves relacions amb el coneixement i es fan nous aprenentatges (Kafai, 2006). Per exemple, anticipar les necessitats de l'audiència, que en el nostre cas es tradueix a comprendre com els nens i les nenes aprenen ciències i les necessitats didàctiques del joc (Arnab *et al.*, 2019).

Les mestres inicien la formació inicial amb unes orientacions, actituds i emocions establertes sobre les ciències i el seu aprenentatge procedents de l'experiència de la seva etapa escolar (Mellado *et al.*, 2014). Aquestes orientacions inicials com a estudiants de ciències i de les experiències prèvies com a jugadors influiran en el disseny inicial dels jocs. El redisseny del joc en la segona part de l'assignatura també quedarà marcat per les seves reflexions i orientacions entorn del Coneixement Didàctic del Contingut treballat a l'assignatura, format, segons Appleton (2003) per tres dominis: de les ciències, del coneixement didàctic general i del coneixement específic de com ensenyar ciències. Aquest context de planificació i de revisió de la planificació és considerat un context útil d'aprenentatge (Abell *et al.*, 2010). El context de disseny de joc podria aportar un grau més de dificultat, però amb la incorporació d'estratègies per a la planificació de situacions d'aprenentatge, com el cicle d'aprenentatge de Jorba i Sanmartí (1994), els mestres i les mestres es veuen més capaços d'abordar el repte i conceptualitzen el joc dins aquest marc de planificació (Martín-Ferrer *et al.*, 2023).

La literatura sobre el disseny de jocs com a context d'aprenentatge mostra com aquest context permet una mirada més holística de la situació d'aprenentatge que es vol plantejar, més enllà del contingut científic, ja que permet anticipar procediments i actituds que poden emergir en el joc (Espanya *et al.*, 2013). Però també trobem dificultats afegides en dissenyar un joc. Aquests mateixos autors, que analitzen com un grup

de professorat de ciències de secundària en formació inicial dissenya jocs de rol sobre l'escalfament global, destaquen la dificultat de dissenyar un joc equilibrat que relacioni de forma coherent els objectius que es volen aconseguir i la resta del disseny (accions de joc, materials entre d'altres).

Altres aspectes del disseny de jocs destacats per Romero *et al.* (2019), que van investigar un grup de professorat de màster en el codisseny de jocs per a nens i nenes d'escoles rurals, són: *a)* la limitació de recursos materials i la limitació de coneixements per dissenyar un joc; *b)* la dificultat de crear jocs adequats a l'aprenentatge, especialment la complexitat de transformar idees en jocs; *c)* la necessitat i la importància d'un clima positiu d'equip per a l'experiència de cocreació entre professorat.

En canvi, les experiències en la formació inicial de mestres de primària són diferents, ja que el desconeixement del contingut científic sembla una dificultat més central en el disseny de jocs, segurament degut al fet que la seva formació és més generalista. 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 l'Aprenentatge Basat en Joc; *b)* sentir-se mancats de coneixement del contingut; *c)* sentir-se mancats del coneixement didàctic per implementar el joc. Així doncs, posen de manifest la necessitat d'un model o un 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.

Aquesta manca de coneixement sobre el disseny de jocs per ensenyar ciències podria provocar dificultats en el procés del disseny, en el desenvolupament i en l'ús del context de joc per aprendre, que podrien comportar emocions d'ansietat sobre la possibilitat de no preparar un joc adequat a l'edat i al contingut, tal com observa Karadag (2015) en un estudi sobre la percepció de l'Aprenentatge Basat en Joc dels mestres en formació inicial. Així i tot, les mestres tenen percepcions positives amb relació a l'ús del joc amb finalitats educatives.

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

Una part significativa de l'eficàcia d'un joc es troba en com està dissenyat, especialment en el camp de les ciències, on el disseny hauria de permetre crear una experiència de joc que promogui el desenvolupament d'habilitats relacionades amb la ciència (Chmiel, 2009). Diversos autors han identificat una sèrie de característiques de disseny de jocs que tenen un impacte en el procés d'aprenentatge en ciències. Encara que la major part de la literatura existent se centra principalment en videojocs i simulacions, aquestes característiques també són aplicables als jocs no virtuals.

Els jocs educatius es caracteritzen per tenir dos objectius: el lúdic, que respon a la pregunta «Què he de fer per guanyar?», i el d'aprenentatge, que respon a la pregunta «Què aprenc sobre l'àrea de coneixement que abraça el joc, en aquest cas, les ciències?». Una de les dificultats de dissenyar jocs educatius és precisament com incorporar aquests objectius d'aprenentatge (Weitze, 2014). L'èxit de l'aprenentatge a través del joc només es produirà si aconseguim alinear els objectius d'aprenentatge i els objectius de joc, de manera que s'abordin els continguts d'aprenentatge i que es garanteixi la diversió. Davant d'aquest repte, els mestres en formació troben dues maneres per alinear aquests objectius quan dissenyen jocs de ciències (Martín-Ferrer *et al.*, 2023): *a*) la primera és fusionar l'objectiu lúdic i didàctic fent que per guanyar sigui necessari l'aprenentatge científic, per exemple un joc de taula sobre qui és qui en materials aïllants i conductors en el qual cal fer preguntes sobre conductivitat per encertar el material; *b*) la segona és mantenir els objectius lúdics i didàctics separats, però generar un espai de reflexió sobre com ha funcionat el joc, per exemple jugar a la corda i treballar el tema de la força de fregament. En aquest cas, cal incorporar un espai de reflexió per vincular el joc amb l'objectiu didàctic.

En aquest sentit, cal evitar el disseny d'activitats de joc aïllades que no permetin donar sentit als aprenentatges fets en el joc. Segons Kim *et al.* (2009), és necessària una estructura metacognitiva que fomenti la reflexió de l'alumnat amb preguntes reflexives i l'enllaç entre el contingut

del joc i la vida real. Staalduinen i Freitas (2011) proposen el *debriefing*, una activitat posterior al joc que permet la reflexió i la relació del contingut educatiu amb l'experiència de joc viscuda. Altres recerques (Alklind Taylor, 2014) destaquen la importància d'un espai d'introducció previ al joc per assegurar que l'alumnat coneix l'objectiu i el context de l'activitat, així com també el coneixement del contingut per aplicar-lo a l'activitat de joc (Crookall i Thorngate, 2009). En aquest sentit, entenem que el joc en sentit estricte no ha de complir totes les funcions didàctiques d'una situació d'aprenentatge d'investigació, ja que es podrien acabar de complementar amb aquestes activitats anteriors o prèvies al joc.

Un altre aspecte a destacar és el repte de dissenyar la narrativa que contextualitza el joc de ciències. Les autores Wilson *et al.* (2009) destaquen que la narrativa ha de permetre la immersió en el joc i que les representacions més realistes poden ser més efectives que situacions més abstractes. Les autores defensen que encara és més rellevant si s'incorpora algun element de misteri en el joc, entenent *misteri* com el problema o la missió que s'introdueix en la narrativa del joc per tal de motivar els participants.

Equilibrar el grau de control de l'usuari, és a dir, la capacitat de decisió de l'alumnat en el joc amb l'objectiu d'aprenentatge de ciències és una altra de les característiques que assenyalen Honey i Hilton (2011). Ens referim a la relació entre l'estructura i l'agència; de quina manera el joc delimita l'ús del temps, el material, l'espai; la relació entre participants per determinar una capacitat d'acció i de decisió concreta de la persona que juga. L'autonomia del jugador pot ser un element motivador, però alhora motiu de confusió si no està alienada amb els objectius. En aquesta línia, l'excessiva estructuració de les regles provoca poca autonomia (Young *et al.*, 2012).

I, finalment, el repte d'aconseguir que l'alumnat assoleixi un estat de fluïdesa. Csíkszentmihályi (1990) desenvolupa el concepte *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 és massa fàcil segons les capacitats de l'alumnat. Així doncs, subratllem la importància d'anticipar les dificultats que poden sorgir amb relació a les idees inicials dels nens

i les nenes de primària sobre el fenomen de les ciències, així com a les accions de joc plantejades.

#### 4. Marc metodològic

El principal objectiu de l'assignatura de Didàctica de les Ciències I, on s'emmarca aquesta recerca, és confrontar les pròpies orientacions dels estudiants de mestre sobre l'ensenyament i l'aprenentatge de les ciències mitjançant diverses oportunitats de reflexió. L'assignatura va tenir lloc el curs 2017-2018 durant 3,5 hores a la setmana durant 14 setmanes. La demanda concreta feta als estudiants era dissenyar una SEA que com a mínim contemplés cinc activitats de les quals una havia de ser un joc. En cap moment se'ls delimitava la tipologia de joc a dissenyar o en quin moment de la SEA l'havien d'incorporar. Alguns exemples de jocs que van dissenyar es mostren a la taula 1. El grup classe estava format per 64 estudiants de l'assignatura organitzats en 20 grups de treball. Es van dissenyar un total de 20 jocs sobre la calor, la força de fregament, la flotabilitat, el so i la llum.

**Taula 1. Exemples de jocs de ciències que van dissenyar els mestres en formació inicial**

<b>Tema</b>	<b>Breu descripció del joc</b>
Exemple dels jocs sobre la calor	Joc de taula. És una versió del joc comercial Qui és qui?. 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.
	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.
Exemples dels jocs sobre la flotabilitat	Joc de construcció. A partir d'un recipient transparent i diferents materials, s'ha de construir un vaixell amb el màxim de material possible, però que no s'enfonsi. Cada material dona uns punts concrets.
	Joc de preguntes a partir de la plataforma virtual Kahoot!. Es proposen preguntes amb múltiple resposta sobre flotabilitat. L'alumnat respon a través dels seus telèfons mòbils. El joc valora la correcció i la rapidesa en la resposta.

---

Exemples dels jocs sobre la força de fregament	Joc de lliscament. Els alumnes trien en quin ordre colloquen les superfícies en la trajectòria de la pilota per determinar la distància en què s'atura. Guanya la partida l'equip que s'apropa més al punt marcat. Tot seguit hi ha preguntes per reflexionar sobre què hem observat i què podem concloure.
	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. Finalment se'ls pregunta què han tingut en compte per aconseguir la màxima puntuació.
Exemples de jocs sobre la llum	Joc de construcció. Es proposa que l'alumnat construeixi un circuit amb miralls, lots, objectes opacs i fulls de colors, entre d'altres. Cal aconseguir arribar a un punt determinat escollint 8 materials i descartant-ne 4.
	Joc de comunicació. Un grup recrea una escena amb diferents materials perquè es 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.
Exemples de jocs sobre el so	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.
	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.

---

Per aquest article presentarem només els resultats de dues estudiants d'un dels grups de treball, ja que la seva reflexió entorn de l'ús del joc mostra dues formes diferents de concebre el joc per a l'aprenentatge de les ciències després de reflexionar i incorporar nou Coneixement Didàctic del Contingut.

El grup estava format per tres estudiants que van dissenyar una Situació d'Aprenentatge i un joc per treballar la força de fregament amb alumnat de primària. Les tres estudiants tenien uns 30 anys i havien accedit a la Universitat a través d'un Grau Superior. En els diàlegs seleccionats i analitzats segons el seu interès per respondre aquests objectius, només hi van participar dues de les tres mestres: la Mireia i la Mariona, noms ficticis per protegir-ne l'anonimat. Ambdues tenien una dilatada experiència en projectes educatius de l'àmbit no formal i un coneixement bastant significatiu sobre l'ús de jocs en contextos educatius. En canvi, pel que fa a les ciències, recordaven poques coses de les ciències que havien après a primària i secundària. Amb tot, en tenien records bastant positius.

Les dades van ser recollides a través de dos grups focals en dos moments del procés: *a)* un primer grup focal una setmana després d'haver dissenyat la primera proposta d'una SEA; *b)* un segon grup focal que es va dur a terme després de modificar la proposta partint dels aprenentatges fets al llarg de l'assignatura de Didàctica de les Ciències I. A través d'aquests dos grups focals es van veure les maneres com els participants donen sentit a les seves orientacions i construeixen significats de forma grupal.

Les experiències del procés de disseny del grup van ser observades a través d'una anàlisi del contingut amb una estratègia inductiva (Mayring, 2019). A partir d'un procediment inductiu-deductiu d'anàlisi es van identificar cinc dimensions rellevants sobre la posició que prenen les mestres en formació amb relació als jocs de ciències i que corresponen al primer objectiu de recerca: *a)* la funció del joc dins la Situació d'Aprenentatge, entesa com quina finalitat d'aprenentatge vol complir el joc (explorar idees, introduir aprenentatges, estructurar-los o aplicar-los a un nou context); *b)* les pràctiques científiques que s'haurien de desenvolupar dins el joc (fer-se preguntes, observar i analitzar dades, representar dades, establir conclusions, argumentar segons evidències, modelitzar o construir explicacions); *c)* el producte epistèmic, és a dir, quin producte es vol aconseguir amb els nens i les nenes en finalitzar l'activitat de joc (representacions de les seves idees, conclusions empíriques del fenomen científic o explicació científica del fenomen); *d)* el moment de reflexió sobre els aprenentatges fets en el joc (durant el joc o després del joc); *e)* la temàtica de la disciplina o el fenomen que tracta el joc com a quelcom que facilita o dificulta el disseny d'un joc, entès com el fet que hi ha jocs més fàcils o més complexos de dissenyar segons la temàtica.

Amb relació al segon objectiu sobre els reptes en el disseny de joc, es van identificar cinc dimensions: *a)* conèixer en profunditat el fenomen científic; *b)* conèixer prou didàctica de les ciències per poder treballar la força de fregament; *c)* dissenyar un joc que promogui l'obtenció de dades; *d)* dissenyar un joc que permeti representar la força de fregament; *e)* incorporar elements de joc a una proposta poc lúdica.

## 5. Resultats i discussió

### 5.1. Les concepcions sobre els jocs per ensenyar ciències

Els grups focals mostren que en el grup conviuen dues posicions amb relació al joc per ensenyar la força de fregament, però que comparteixen alguns punts en comú, com es pot veure a la taula 2. Les dues visions parteixen de la idea que el joc ha de permetre introduir nous aprenentatges o coneixements de ciències, en canvi, en cap moment han pensat en altres possibles funcions didàctiques, per exemple l'ús del joc per conèixer les idees inicials sobre el tema, o com a activitat d'avaluació on aplicar els aprenentatges treballats amb anterioritat.

Taula 2. Orientacions sobre el joc per ensenyar ciències

	Mariona - Experiment gamificat	Mireia - Joc de ciències
<b>Funció didàctica dins la Situació d'Aprenentatge</b>	Introduir nous aprenentatges.	Introduir nous aprenentatges.
<b>Pràctiques científiques</b>	Garantir totes les pràctiques de la ciència: fer-se preguntes, fer hipòtesis, observar i analitzar dades, representar dades, establir conclusions, argumentar partint d'evidències, modelització i construir explicacions.	Donar noves dades factuais o coneixements. O garantir algunes pràctiques de la ciència.
<b>Producte epistèmic</b>	Explicació científica del fenomen partint d'evidències.	Noves dades factuais o coneixements del fenomen.
<b>Moment de donar sentit a l'aprenentatge</b>	Durant el joc, les nenes i els nens han de saber que estan aprenent.	Després del joc, cal reflexionar sobre la relació entre el joc i els aprenentatges fets.
<b>Temàtica</b>	Hi ha disciplines com les matemàtiques o la llengua que són més fàcils per dissenyar jocs perquè no requereixen argumentació.	Dins la disciplina de les ciències hi ha temes que són més fàcils per dissenyar jocs (éssers vius), que altres temes (forces).

Amb relació a les pràctiques científiques i als productes epistèmics que volen obtenir amb el joc, les mestres en formació inicial tenen una visió diferenciada. La Mariona defensa que el joc hauria de permetre treballar

tant la part d'investigació com la part discursiva de l'argumentació en la construcció de coneixement científic. Tal com explica ella mateixa:

Jo penso que la diferència entre joc, activitat i experiment és molt molt fina. Llavors, aplicar un joc ho trobo difícil, perquè hi ha uns continguts i una argumentació i la majoria dels jocs no tenen una argumentació. És a dir, tinc la sensació que quant a ciències gamifiquem una activitat, però no fas un joc. Perquè l'objectiu és fer punts, no aconseguir aplicar el contingut; per tant, si ho fas a través que aconseguixin punts, estàs gamificant un experiment. (FG2. Mariona.)

Observem que la Mariona parla de la dificultat d'aplicar un joc per ensenyar ciències perquè vol utilitzar el joc per dur a terme pràctiques científiques destinades a generar una explicació científica basada en les evidències que hagin observat, per exemple que l'objecte s'ha frenat perquè existeix una força de fregament, i no només constatar que dos objectes amb textures diferents s'han aturat a diferents distàncies. Dins el joc, la Mariona busca des d'observar el fenomen per obtenir dades empíriques, fins a poder representar i construir explicacions sobre la força de fregament. Però hi troba una dificultat, ja que el format de joc és molt estructurat i, segons el seu punt de vista, no li permet un context per argumentar. Segons ella, per jugar al joc no cal argumentar perquè un objecte s'atura en un punt o en un altre. En aquest sentit, veu més fàcil dissenyar un experiment que tingui com a finalitat explicar un fenomen i introduir-hi elements de joc, com ara punts, premis, limitació del temps, entre d'altres. D'aquesta pràctica en diem gamificació, que no és un joc, sinó una estratègia, no estrictament educativa, basada en la utilització d'elements, mecàniques o dinàmiques pròpies del joc en contextos no lúdics (Werbach i Hunter, 2012) amb l'objectiu d'enriquir l'experiència d'aprenentatge, dirigir o modificar l'actitud de l'alumnat (Foncubierta i Rodríguez, 2014). Aquesta estratègia, per a la Mariona, sembla que és més fàcil de dissenyar, ja que li és més senzill pensar en una activitat científica i introduir-hi elements de joc que, a la inversa, pensar en un joc i introduir-hi pràctiques científiques.

Des d'un altre punt de vista, la Mireia accepta que el joc pot tenir una única finalitat més simple, com és donar informació de dades del

fenomen, ja que el joc va acompanyat d'altres activitats dins de la situació d'aprenentatge que poden complementar el joc. La Mireia respon:

Jo penso que juguem, i quan acabi el joc que se'n adonin que han après. Jo els diria: "Això que hem fet té una raó de ser. No ho hem fet perquè sí! Ho hem fet per això", i que ells mateixos treguin conclusions. (FG2. Mireia.)

La Mireia concep el joc com un bon context per aprendre ciències. Des del seu punt de vista no és necessari que a dins de la dinàmica de joc s'hagin de generar debats per argumentar perquè es dona aquest fenomen, sinó que el joc es pot limitar a donar noves dades factuais o coneixements, ja que entén que hi poden haver moments posteriors en què es pugui argumentar científicament o, fins i tot, donar sentit als aprenentatges científics que s'han produït a través del joc.

Com ja s'ha discutit anteriorment, l'alineació dels objectius lúdics i didàctics és un repte en el disseny de joc. En aquestes dues posicions, la concepció que es té sobre el joc com a eina per ensenyar ciències ve marcada pels objectius d'aprenentatge que cada mestra entén que ha d'abordar el joc. La concepció de la Mariona que el joc ha de complir múltiples pràctiques científiques per comprendre el fenomen i poder construir arguments i explicacions científiques fa que sigui una tasca complexa d'alinejar amb una única activitat de joc. En canvi, la concepció del joc de la Mireia segurament està relacionada a atribuir al joc el fet d'aconseguir un objectiu més específic, com simplement observar unes dades per establir unes conclusions empíriques sobre el fenomen observat. Això faria que fos més assequible alinear els objectius de joc amb els objectius didàctics.

D'altra banda, segurament aquesta dificultat no és qüestió només de quantitat d'objectius que es vol abordar amb el joc, sinó del tipus de pràctiques científiques que la Mariona vol que es treballin a través del joc. Usar el joc com a eina per argumentar i construir explicacions científiques és més abstracte, ja que el joc pot alinear-se més fàcilment amb funcions com obtenir dades, informacions o fets científics. És a dir, probablement, per a la Mariona és més fàcil que un joc presenti dades i informacions, per exemple la distància que recorre un objecte d'un pes

concret o l'allargada de la cua, l'alçada o l'habitat on viuen, que no pas un joc que permeti reflexionar l'argument de la relació entre espècies d'un ecosistema. O abordar informacions sobre els òrgans del cos humà i el circuit dels nutrients, que fer l'argument sobre com és que suem a l'estiu.

Hi ha una segona posició clarament diferenciada entre la Mariona i la Mireia amb relació al moment de reflexió sobre l'aprenentatge. Tal com hem vist a la cita anterior, la Mireia parla de la possibilitat de fer una reflexió posterior a l'activitat de joc, però la Mariona explica:

L'aprenentatge no ha de ser inconscient, tu has de ser conscient que estàs aprenent en tot moment. Jugar per jugar, allò típic de "no, és que els nens aprenen jugant, no s'adonen que aprenen, però juguen". No, per a mi és "juguem, però que sapigueu que estem aprenent". (FG2. Mariona.)

Tot i que ambdues mestres donen importància al fet de permetre una estructura metacognitiva per fer conscients els aprenentatges en el joc (Kim *et al.*, 2009), difereixen en el moment temporal en què s'ha de donar aquesta activitat. Mentre que la Mariona proposa que sigui dins el joc, la Mireia proposa que sigui posterior al joc, tal com diuen Staalduinen i Freitas (2011), en els moments de reflexió posterior que anomenen *debriefing*.

Per acabar, com la temàtica fa que sigui més o menys difícil dissenyar un joc, la Mariona destaca que hi ha disciplines que permeten un disseny de joc més fàcil, com les matemàtiques o la llengua, i que, en canvi, la naturalesa de les ciències fa que sigui més complex dissenyar un joc perquè requereix més reflexió. La Mariona explica:

Nosaltres, a la menció de projectes, també hi fèiem jocs i matemàtiques, com a través del joc podem aprendre matemàtiques. Aquí (a ciències) ho veig una miqueta més inviable.

Per exemple, jo què en trec de tenir unes cartes, on haig de pensar que si jo tinc la paraula *para* i a la carta em posa que em falta la paraula *sol*, et pregunto tens sol?... Però si no hi ha una reflexió darrere... (FG2. Mariona.)

La Mireia no hi està d'acord en la dificultat del disseny de jocs de ciències, i posa algun exemple sobre jocs de cartes de ciències, però veu que hi ha temes que li serien més fàcils que d'altres. En concret, la Mireia expressa:

Penso que depèn de la matèria, perquè amb les xarxes tròfiques vaig trobar molt fàcil fer un joc. També podries fer un joc de cartes de ciències on has d'aconseguir els insectes. Tens una abella?, inconscientment estàs pensant en quins invertebrats... Però amb el de fregament em va costar molt. (FG2. Mireia.)

Tot i que les dues participants de l'estudi difereixen en alguns aspectes, estan d'acord que la principal dificultat de fer un joc sobre la força de fregament és representar una força que és invisible a ulls de l'alumnat, però també poder fer que l'alumnat argumenti dins l'activitat de joc.

## 5.2. Els reptes en el disseny de jocs per ensenyar la força de fregament

Els focus grup mostren que, al llarg del procés de disseny de l'activitat de joc, les mestres en formació inicial es troben amb cinc reptes que els permeten reflexionar sobre les seves orientacions didàctiques.

### a) Repte 1: conèixer en profunditat el fenomen científic

La Mariona defensa que un dels reptes principals és el desconeixement del tema de ciències sobre el qual hauran de fer la SEA, en aquest cas la força de fregament. Segons aquesta mestra en formació, per dissenyar un joc educatiu has de saber dues coses: el joc que utilitzaràs i el contingut que vols treballar. En el seu cas, la dificultat recau en el fet de conèixer bé el contingut, ja que tenien coneixement sobre jocs a causa de la seva dilatada experiència en el món del lleure. En canvi, la Mariona es veuria capaç de dissenyar un joc d'un tema de llengua, que ja han treballat:

Clar, si tu em fas fer una unitat didàctica de qualsevol tema de matemàtiques o llenguatge que ja hem treballat, ja te la faré. Amb uns objectius, vull que aprenguin això, per tant, ja sé com fer-los arribar aquí. Encara que la creï jo de zero. Però, clar, en aquest cas és crear una cosa de zero d'un tema sense tenir-ne ni idea. (FG1. Mariona.)

Aquest repte queda resolt quan, al llarg de l'assignatura, s'aborda la força de fregament, però posa a la llum una segona dificultat: com fer visible una cosa abstracta com la força de fregament amb alumnat de primària.

b) Repte 2: conèixer prou didàctica de les ciències per poder treballar la força de fregament

En el focus grup, la Mireia explica que, per començar el disseny, intentava recordar com durant la seva etapa escolar els havien ensenyat aquest contingut. Així que van començar a pensar en formules sobre forces, però no aconseguia saber com adaptar aquest contingut a primària. La Mireia explica que “el tema del fregament ens quedava molt lluny, realment no sabíem ben bé de què parlar ni com aplicar-ho amb nens de primària” (FG1. Mireia).

Com es pot veure, la construcció del coneixement didàctic en ciències és necessària per poder dissenyar el joc. Les mestres en formació inicial se senten mancades d'aquest coneixement, fins que durant l'assignatura s'introdueixen les idees clau per dissenyar una Situació d'Aprenentatge de ciències i una proposta d'estructura a través del cicle d'aprenentatge (exploració d'idees, introducció de nous aprenentatges, estructuració i aplicació) que permeten organitzar les activitats de la proposta inicial. Tal com la Mariona explica, “és que, clar, lògicament desconeixiem el cicle d'aprenentatge, per tant, a la primera versió no hi havia cap tipus de fase” (FG2. Mariona).

c) Repte 3: dissenyar un joc que promogui l'obtenció de dades

Les mestres en formació inicial estan buscant jocs per fer que els nens i les nenes observin el fenomen del fregament. Durant el grup focal van fer un llistat de jocs que han pensat, com el cúrling o posar-se mitjons de diferents textures perquè s'adonin si poden lliscar millor o pitjor. I, a partir d'aquesta tria de jocs, les mestres reflexionen sobre el contingut de la força de fregament que ha d'incorporar el joc. En la següent unitat de significat, observem com la Mariona dona sentit a la proposta de joc:

També penso que tota la unitat didàctica en si, ara amb perspectiva, no està ben plantejada, aquest joc ens botava. Perquè si els estem dient que hem d'aplicar una força constant, la força ha de ser la mateixa; llavors, clar, la força de les cames serà diferent. Però ara, amb perspectiva, penso que no fa falta. És a dir, la força aplicada lògicament és un factor que influeix en el fregament, però per fer un experiment de veure quina peça concreta llisca més de pressa o no, sí que és un factor a tenir en compte,

però per explicar el fregament és un factor que condiciona, però no té per què ser... Llavors, clar, això dels peus era xulo perquè ells havien de notar en el seu propi cos que havien de fer molta més força, per tant, que la força que s'establia de fregament era molt més gran per la textura i la superfície en qüestió..., i el perquè els costava avançar era perquè hi havia una cosa que els empenyia cap enrere. (FG2. Mariona.)

Mentre reflexiona sobre quines observacions hauria de permetre el joc perquè els nens i les nenes s'adonessin que existeix una força contrària al sentit del moviment de l'objecte, veu que no és tan important parlar del pes de l'objecte com a variable que influeix en el fregament, sinó que el realment important és fer evident la resistència de la força de fregament tenint en compte la variable de la textura de la superfície de l'objecte.

En aquest fragment, podem veure com la Mariona està reflexionant sobre quins són els aspectes clau de l'ensenyament de la força de fregament. En aquest sentit, podem veure com aquest repte en el context de disseny de jocs permet a les mestres en formació inicial reflexionar sobre les seves orientacions didàctiques.

d) Repte 4: dissenyar un joc que permeti representar la força de fregament

Després de tenir clar les idees clau de força de fregament que volen ensenyar, les mestres es pregunten de forma irònica de quina manera poden ensenyar la força de fregament a través d'un joc. La Mariona exposa:

Penses en jocs o penses en fregament i penses en fer lliscar coses... Però, realment, com fas que els nens entenguin que hi ha una força, que no veuen, i que fa que un cos s'aturi? S'atura perquè hi ha una força que va en sentit contrari. "Què vols dir? Si no hi ha res. Com pot ser que una força vagi en sentit contrari?" [*diu imitant la resposta d'un estudiant*]. (FG1. Mariona.)

Com hem comentat amb anterioritat, sembla que representar idees científiques com la força de fregament en una activitat de joc és una tasca complicada per als i les mestres en formació inicial, segurament perquè es tracta d'una pràctica més abstracta que altres com la d'observar o analitzar dades.

En el procés de disseny de jocs, les mestres intenten buscar jocs que els permetin representar la força de fregament a partir de diferents textures, però mantenint la variable del pes. Estan intentant fer visible la força de fregament. En aquest cas el repte és trobar l'encaix entre les normes del joc i poder representar la força de fregament. Durant el grup focal s'exposen diferents estratègies que van intentar incorporar en el joc per fer visible la força de fregament, i finalment, en la primera versió del joc, van dissenyar un joc d'estirar una capsa de cartó d'on sortien dues cordes en sentit contrari.

Un alumne empeny la caixa exercint-hi una força constant. Dos altres alumnes estiren les cordes en sentit contrari de forma gradual de menys a més, representant la força de fregament. D'aquesta manera, es podrà visualitzar com la força que impedeix avançar o que fa que la caixa s'aturi va en sentit contrari a la força aplicada. (FG1. Mariona.)

En la segona versió del joc segueixen tenien el mateix problema: representar el model de força de fregament a partir del joc. La Mariona diu:

El principal "hàndicap" s'ha mantingut, que és que de fregament no en teníem ni idea. Sabem la teoria, sabem que hi ha una força que va en sentit contrari que frena els cossos en moviment, i punt. Però, clar, com exemplifiques això?, com crees un model? Nosaltres no havíem creat cap model. Com dibuixes el fregament? Ni punyetera idea. (FG2. Mariona.)

Construir representacions i models és una tasca compartida amb els aprenents, així que és complicat que tinguin cabuda en un joc molt estructurat i que deixa poca agència a l'alumnat.

e) Repte 5: incorporar elements de joc a una proposta poc lúdica  
Per acabar, i en conseqüència al repte anterior, es constata que les mestres en formació inicial dissenyen activitats més tipus experiments que no pas jocs. Tal com diu la Mariona:

No era un joc el primer que vàrem fer, era un experiment. No tenia objectius, no tenia normes, tampoc tenia característiques típiques de joc. Es que no era ni una gamificació, era senzillament un experiment. Per tant, no tenia cap sentit. (FG2. Mariona.)

I és que, per delimitar l'agència dels nens i les nenes, el més fàcil és regular els materials i les normes de l'activitat (materials, temps, espai, relació entre participants...) i aquesta regulació, és més fàcil fer-la en una activitat experimental que en un joc, ja que en el joc necessites un element extra a considerar, com organitzar la puntuació perquè guanyi qui millor ha desenvolupat alguna idea científica. O que l'objectiu de joc tingui relació amb el desenvolupament de coneixements, habilitats i competències científiques. Tal com diuen Young *et al.* (2012), l'excessiva estructuració de les regles provoca poca autonomia. L'experiment segurament aporta més autonomia que una estructura lúdica.

## 6. Conclusions

A partir d'aquesta experiència en la formació inicial de mestres, veiem que el disseny de jocs per ensenyar ciències és un context que genera molts interrogants en el procés de planificació i revisió de la planificació. Durant aquest procés, les mestres reflexionen amb profunditat no només sobre el procés d'ensenyament i aprenentatge de les ciències i del contingut científic, sinó també del joc com a eina d'aprenentatge. Arran d'interpretar les concepcions de les mestres sobre el joc de ciències de força de fregament, observem que l'assignatura ha provocat dues visions diferents sobre el joc de ciències. Per una banda, conceptualitzar el joc com a activitat ens serveix per aprendre coneixements tancats, però no per construir idees científiques complexes, i això segurament es deu al fet que solem concebre el joc com un context molt estructurat per a les seves normes, i que cada acció que fas en un joc et porta a una altra acció o a un resultat prèviament delimitat. Entendre el joc com una activitat amb una estructura tancada limita pensar en un joc que permeti algunes pràctiques científiques que són obertes, com debatre o argumentar els resultats d'una observació per poder donar una explicació del fenomen. En aquest sentit, la Mariona i la Mireia conceben que el joc en l'àrea de ciències ens pot aportar coneixement científic i un context per dur a terme algunes pràctiques científiques, però no d'altres. Segurament, com a conseqüència de l'èmfasi posat en

l'assignatura, a l'escola cal fer ciència autèntica que tingui en compte no només l'observació i la construcció de conclusions empíriques a partir de dades i fets (què passa), sinó també, proposar activitats per debatre, argumentar i imaginar (per què passa) per construir explicacions científiques. Treballar entorn d'aquesta idea durant l'assignatura podria provocar que les mestres conceptualitzin el joc i la Situació d'Aprenentatges de formes diferents. Mentre que la Mariona pretenia que el joc abordés totes aquestes pràctiques, la Mireia ha conceptualitzat el joc com una activitat més dins la Situació d'Aprenentatge. En aquest sentit, la Mariona aplicaria el joc com un experiment gamificat per tal de donar marge per a pràctiques d'argumentació. En canvi, la Mireia conceptualitzaria el joc com a eina per donar noves dades factuais o coneixements científics. Això posa de manifest la importància de reflexionar entorn de les múltiples funcions didàctiques que pot assumir el joc en l'ensenyament i l'aprenentatge de les ciències, i de quina manera ha d'integrar-se en el conjunt d'activitats d'una Situació d'Aprenentatge.

D'altra banda, els reptes identificats en el procés de disseny de jocs apunten a la necessitat de desenvolupar el coneixement del contingut científic, però també de la seva didàctica. Concretament, la representació d'idees no observables, com la força de fregament, es presenta com una tasca particularment complexa que exigeix estratègies per a la seva comprensió en el context del joc. Això posa de manifest la importància d'incorporar estratègies per ajudar els futurs mestres a la representació i modelització de fenòmens científics com proposar models de representació existents en la literatura.

Finalment, pel que fa a les implicacions didàctiques derivades del disseny de propostes tenint en compte la relació entre l'agència i l'estructura, es mostra la necessitat d'una planificació que anticipi les possibilitats de prendre decisions que tindran els nens i les nenes que juguin. Aquestes decisions han de permetre construir coneixement científic. En aquest sentit, cal fer reflexionar sobre quin tipus d'estructura amb relació a normes, materials, espai, temps i relació entre participants s'estableixen per permetre assolir la funció didàctica del joc.

## Referències bibliogràfiques

- ABELL, S. K., APPLETON, K., I HANUSCIN, D. L. (eds.). (2010). *Handbook of research on science education*. Routledge.
- 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.
- ALLSOP, Y., I 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.
- 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.
- ARNAB, S., MINOI, J. L., MOHAMAD, F., MORINI, L., I CLARKE, S. (2019). Creativeculture: Can teachers be game designers? Dins L. ELBAEK, G. MAJGAARD, A. VALENTE, I S. KHALID (eds.), *Proceedings of the 13th International Conference on Game Based Learning, ECGBL 2019* (32-40). DecHEMA e.V.
- BARAB, S. A., I 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., I INGRAM-GOBLE, A. (2010). Transformational play: Using games to position person, content, and context. *Educational Researcher*, 39(7), 525-536.
- CABRERO, D., LÓPEZ, C., I SANTISTEBAN, S. (2015). *Virus!* [Joc de taula]. Tranjis Games.
- CHMIEL, M. (2009). Game design towards scientific literacy. *International Journal Cognition and Technology*, 14(2)-15(1), 32-42.
- CROOKALL, D., I THORNGATE, W. (2009) Acting, knowing, learning, simulating, gaming. *Simulation & Gaming*, 40(1), 8-26.
- CSÍKSZENTMIHÁLYI, M. (1990) *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. Harper & Row.
- DEWEY, J. (2004). *Experiencia y educación*. Biblioteca Nueva.

- ESPAÑA, E., RUEDA, J. A., I 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(núm. extraordinari), 763-779.
- FONCUBIERTA, J. M., I RODRÍGUEZ, C. (2014). *Didáctica de la gamificación en la clase de español*. Edi Numen, 1-8.
- GEE, J. P. (2003). *What Video Games Have to Teach Us About Learning*. Palgrave.
- HONEY, M. A., I HILTON, M. (eds.). (2011). *Learning science through computer games and simulations*. The National Academies Press.
- HUIZINGA, J. (1972). Esencia y significación del juego como fenómeno cultural. *Homo ludens*, p. 11-44. Alianza Editorial.
- JORBA, J., I SANMARTÍ, N. (1994). *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua*. Ministerio de Educación y Cultura.
- Kafai, Y. (2006). Playing and making games for learning: Instructionist and constructionist perspectives for game studies. *Games and Culture*, 1(1).
- 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.
- KIM, B., PARK, H., I BAEIK, Y. (2009). Not just fun, but serious strategies: using meta-cognitive strategies in game-based learning. *Computers & Education*, 52, 800-810.
- MARTÍN-FERRER, L., AMAT, A., ESPINET, E., I BELLOCCHI, A. (2023). *Disseny i implementació d'activitats de joc per aprendre ciències: Experiències emocionals de mestres en formació inicial* [Tesi doctoral]. Universitat de Vic - Universitat Central de Catalunya.
- MAYRING, P. (2019). Qualitative Content Analysis: Demarcation, Varieties, Developments. *Forum Qualitative Sozialforschung Forum: Qualitative Social Research*, 20(3).
- 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., I BERMEJO, M. L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32 (3), 11-36.

- RIPOLL, O. (2006). El joc com una eina educativa. *Revista d'intervenció Socioeducativa*, 33, 11-27.
- ROMERO, M., ARNAB, S., DE SMET, C., MOHAMAD, F., MINOI, J. L., I MORINI, L. (2019). Assessment of Co-Creativity in the Process of Game Design. *Electronic Journal of e-Learning*, 17(3), 199-206.
- STAALDUINEN, J. P. V., I FREITAS, S. D. (2011) A game-based learning framework: Linking game design and learning outcomes. Dins KHINE, M.S. (ed.), *Learning to Play: Exploring the Future of Education with Video Games*, Peter Lang Publishing Inc.
- VIDAL, G. (2023). *Ecosistemas* [Joc de taula]. Class Games.
- WEITZE, C. L. (2014) Developing Goals and Objectives for Gameplay and Learning. Dins K. Schrier (ed.), *Learning, Education and Games: Volume One: Curricular and Design Considerations* (vol. 1, p. 225-249). Carnegie Mellon.
- WERBACH, K., I 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., ..., I CONKEY, C. (2009). Relationships between game attributes and learning outcomes: Review and research proposals. *Simulation & Gaming: An Interdisciplinary Journal*, 40, 217-266.
- YOUNG, M. F., SLOTA, S., CUTTER, A. B., JALETTE, G., MULLIN, G., LAI, B., SIMEONI, Z., TRAN, M., I 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.