



Ecosistemes: Una experiència d'aprenentatge basat en el joc a primer cicle

Laura Martín Ferrer
Departament de Didàctica de les Arts i les Ciències, UVic - UCC
laura.martin@uvic.cat

Irma Darné Duque
Escola Vedruna, Ripoll
irmadarne@escolavedrunaripoll.org

Arnau Amat Vinyoles
Departament de Didàctica de les Arts i les Ciències, UVic - UCC
arnau.amat@uvic.cat

Resum • Tot i que els jocs són una eina valuosa per a l'ensenyament de les ciències, encara hi ha poca recerca sobre experiències d'implementació de jocs per construir coneixement científic. Aquest estudi presenta una Situació d'Aprenentatge amb alumnat de primer de primària sobre les relacions entre éssers vius d'un ecosistema. Introduint el joc de taula "Ecosistemes" en un context d'Aprenentatge Basat en Joc (ABJ), es mostra una comprensió més complexa de les relacions tròfiques en un ecosistema. Els resultats indiquen una millora significativa en la creació de xarxes tròfiques correctes destacant així el potencial del joc com a eina educativa.

Paraules clau • Aprenentatge basat en el joc, situació d'aprenentatge, ecosistema.

Ecosystems: A game based learning experience at primary education

Abstract • Although games are a valuable tool for science learning, there is still little research on experiences with the implementation of games to construct scientific knowledge. This study presents a Learning Situation with first grade students about the relationships between living beings in an ecosystem. Introducing the board game "Ecosystems" in a Game-Based Learning (GBL) context, a more complex understanding of the trophic relationships in an ecosystem is shown. The results indicate a significant improvement in the creation of correct trophic linkages thus highlighting the potential of play as an educational tool.

Keywords • Game based learning, learning sequence, ecosystem

EL JOC DE TAULA I LES CIÈNCIES

Històricament, el joc ha estat estretament vinculat a l'educació. A la primera dinastia d'Ur (2600 aC) o a l'antic Egipte (2650 aC) ja utilitzaven el joc per a l'aprenentatge d'aspectes de la vida adulta, com l'entrenament militar, els valors i la filosofia de la cultura. Des de la segona meitat del segle XX, diferents teories (cognitiva, sociocultural, culturalista...) i corrents com l'Escola Nova han anat conceptualitzant el joc com a activitat per al desenvolupament de l'aprenentatge i la funció social i cultural. En aquest sentit, parlar de joc i aprenentatge és quelcom àmpliament acceptat i també reconegut per a la literatura acadèmica actual. Específicament en l'aprenentatge de les ciències, autors com Honey i Hilton (2011) mostren com el context de joc afavoreix el desenvolupament de la competència científica, promovent habilitats, actituds i valors útils per la pràctica i el pensament científic. Tanmateix, es destaquen alguns reptes i dificultats (veure taula 1) en el disseny i implementació de jocs de ciències que mostren la importància de tenir més evidències empíriques i recerques que mostrin bons exemples de jocs de ciències per abordar idees científiques (Honey i

Hilton, 2011; Martín-Ferrer et al., 2023). Quan parlem de joc a l'aula podem trobar diversos enfocaments metodològics. Una primera aproximació seria la gamificació, basada en introduir elements lúdics com la puntuació, la limitació del temps, o les medalles a un context que habitualment no és lúdic, com és el context educatiu (Werbach i Hunter, 2012). En aquest cas, la finalitat de la gamificació és modificar l'actitud de l'alumnat a partir de recompenses (Foncubierta i Rodríguez, 2014). En segon lloc, la introducció puntual d'un joc seriós, o joc per aprendre, dissenyat amb la intenció de promoure un objectiu didàctic per a l'aprenentatge d'un contingut concret (Becker, 2017). En tercer lloc, l'Aprenentatge Basat en Joc (ABJ), una metodologia que introdueix el joc amb una finalitat educativa més àmplia, com per exemple, introduir un joc de taula en una Situació d'Aprenentatge (SA) per treballar les relacions entre éssers vius, tal com es mostra més endavant en aquest article. A diferència del joc educatiu, en l'ABJ no s'introdueix un joc puntualment per aprendre un contingut, sinó que s'integra el joc com a part de la metodologia d'aprenentatge destinada a millorar processos d'aprenentatge.

Objectius	Que siguin clars (Honey i 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 i 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 i 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 (Staalduinen i Freitas, 2011).
Dificultat	Que s'adeqüi al nivell de dificultat de l'alumnat, ni molt fàcil, ni molt complex (Csíkszentmihályi, 1990; Honey i Hilton, 2011).

Taula 1. Reptes del disseny de jocs per a ensenyar i aprendre ciències (Martín-Ferrer et al., 2023)

D'acord amb aquestes definicions, la proposta dissenyada se centra en el marc de l'ABJ, utilitzant el joc com a metodologia d'aprenentatge, això vol dir que el joc esdevé part de la SA, dialogant amb altres activitats i elements per millorar el procés d'aprenentatge. En aquest sentit, l'ABJ ha de ser coherent amb la manera com entenem què cal fer ciències a primària.

Des d'un enfocament socioconstructivista de l'aprenentatge, la investigació en didàctica de les ciències emfatitza la necessitat de posar al centre les idees de les nenes i els nens a partir dels quals aprenen (Jiménez-Aleixandre, 2000). S'entén que aprendre ciències és reconstruir i/o evolucionar idees científiques a través de promoure investigacions autèntiques, que ens proposin dur a terme pràctiques científiques d'indagació, argumentació i modelització (Schwarz i White, 2005; Osborne, 2012; Couso i Garrido - Espeja, 2017). En aquest sentit, dur a terme pràctiques científiques, és a dir, fer ciència, implica pràctiques com fer-se preguntes, observar el fenomen, recollir i analitzar dades, establir conclusions, construir explicacions científiques o argumentar d'acord amb les evidències recollides. En conseqüència, des de la didàctica de les ciències s'insisteix a oferir moments per tal que l'alumnat expressi les idees, les usi per predir o explicar el fenomen científic, les avaluï basant-se en les dades empíriques obtingudes i les revisi al llarg del procés (Couso i Garrido - Espeja, 2017).

Una de les estratègies de planificació de SA que permet incorporar aquesta aproximació de la didàctica de les ciències és el cicle d'aprenentatge proposat per Jorba i Sanmartí (1994), qui proposen l'organització i seqüenciació d'activitats i pràctiques que inclouen de forma interrelacionada els continguts i la seva avaluació, ja que consideren la regulació dels aprenentatges com quelcom central en cada moment d'aprenentatge. El cicle d'aprenentatge s'estructura en 4 fases: (a) Fase d'exploració, que té la finalitat d'identificar les idees inicials de l'alumnat; (b) Fase d'introducció de nous punts de vista, a partir de diferents formats. 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; (d) Fase d'aplicació, que permet la transferibilitat del nou coneixement en un context diferent.

Aquesta estructura de planificació s'alinea també amb els moments que la recerca sobre joc educatiu identifica com a necessàries per resoldre la dificultat d'alinear les pràctiques de l'activitat científica escolar i les accions de joc. Segons Veldkamp et al. (2022) és important destacar la importància del debriefing com a moment de connexió entre el joc i els aspectes educatius, entenent que cal planificar moments per a: 1) la transició dels participants en el joc; 2) l'alineació d'aspectes del disseny del joc i aspectes educatius del joc, i; 3) la transferència de les experiències i aprenentatges adquirits en el context del joc al món real.

En relació amb les idees inicials dels infants sobre ecosistemes, és important tenir-les en compte per tal de poder anticipar possibles escenaris d'aula i a la vegada posar el focus d'atenció en com proposar preguntes o activitats que portin a l'alumnat a qüestionar-se i evolucionar les idees que es vol construir durant els processos d'ensenyament i aprenentatge. En aquest sentit, és important destacar alguns resultats de les recerques focalitzades en les tendències de raonament i dificultats que expressa l'alumnat quan pensen en la dinàmica d'interaccions en els ecosistemes i que són idees persistents al canvi si no es treballen de manera explícita (Martí et al., 2022):

- Tal com van indicar Leach et al. (1996), les nenes i els nens tenen un pensament molt lineal i unidireccional sense tenir en compte la gran complexitat de relacions que s'estableixen en els ecosistemes.
- Les nenes i els nens tendeixen a revertir el sentit de les fletxes en les representacions que fan de les relacions tròfiques, ja que pensen en qui es menja a qui (depredador apunta la presa), en lloc de pensar en com circula l'energia i la matèria en la dinàmica d'un ecosistema.
- Habitualment, en la dinàmica d'interaccions en els ecosistemes, només tenen en compte les

relacions tròfiques depredador-presa entre animals, però no paren atenció a altres tipus de relacions com el mutualisme o la competició.

- És habitual que eludeixin el paper dels descomponedors en el cicle de la matèria orgànica, el paper de les plantes i el paper del Sol, com a principal font d'energia en els ecosistemes.

OBJECTIUS DE RECERCA

En aquest article es vol abordar dos aspectes: en primer lloc, posar en valor el joc com a eina d'aprenentatge, presentant una SA sobre relacions entre éssers vius a partir de la metodologia ABJ, tenint en compte que hi ha poques experiències de joc per aprendre ciències en un marc ABJ, i que s'alineïn també a una visió socioconstructivista de les ciències. En segon lloc, identificar si aquesta SA permet que les nenes i els nens evolucionin les seves idees científiques sobre les relacions en un ecosistema. En aquest sentit, s'analitzarà si les representacions sobre les xarxes tròfiques han estat més sofisticades al final de la seqüència del que eren al principi.

LA SITUACIÓ D'APRENTATGE

A l'escola Vedruna de Ripoll, concretament a primer de primària, s'ha creat una proposta que incorpora el joc de taula "Ecosistemes" [1] amb la finalitat de treballar les següents idees científiques: a) En un ecosistema tots els organismes interactuen entre ells i amb el seu entorn. Els canvis en un organisme tenen repercussions a la resta de l'ecosistema; b) Els animals es poden agrupar segons el que mengen: herbívors, insectívors, omnívors i carnívors; c) Dins una xarxa tròfica hi pot haver més d'una cadena alimentària perquè una espècie s'alimenta de diferents espècies; d) Una xarxa tròfica es pot representar jeràrquicament a partir d'una piràmide tròfica on hi ha diferents nivells, cada un dels quals representa un grup de la cadena alimentària.

A grans trets, "Ecosistemes" és un joc de taula format per 64 cartes (figura 1) que representen elements d'una xarxa tròfica. Cada carta simbolitza

un animal o un vegetal i té un determinat color segons la seva dieta i posició en la cadena alimentària. A un lateral, amb icones petites, es mostra específicament de què s'alimenta aquell animal. L'objectiu del joc és obtenir més cartes formant cadenes alimentàries. Cada jugador rep 7 cartes i comença col·locant una al centre. La següent persona ha de jugar una carta d'un animal que es mengi la carta central o plantar-se. Quan ja no es pugui continuar amb la cadena, qui hagi jugat l'última carta, guanya tota la baralla central (s'haurà format una cadena alimentària). I així successivament fins que algú aconsegueix 4 cadenes alimentàries o quan s'acaben les cartes de la pila. Guanya qui té més cartes.

Per poder incorporar el joc com a base i estratègia per a l'aprenentatge, es va idear una Situació d'Aprenentatge real i propera, ja que l'autora del joc, Gemma Vidal, va demanar directament a les nenes i els nens que transformessin el seu joc de taula en una versió nova, enfocada en els éssers vius de la comarca del Ripollès. Tenint clar el producte final, es va poder traçar una proposta pedagògica plena de significat i utilitat (Darné, 2024).

Tal com observem a la figura 2, primer es va dur a terme una prova inicial per conèixer les idees prèvies de l'alumnat sobre una xarxa tròfica, es va explicar el joc i es va dur a terme la primera partida conjunta amb tot el grup classe perquè es familiaritzessin amb els elements i les normes del joc. A partir d'aquí, es va desenvolupar un mateix patró de sessions per poder investigar jugant i reflexionar posteriorment a fi d'aconseguir explicacions sobre què passa al món real. En total es van dissenyar 5 sessions de joc amb els seus moments de reflexió o debriefing.



Figura 1. Cartes del joc de taula "Ecosistemes" de Gemma Vidal (editorial Class Games).

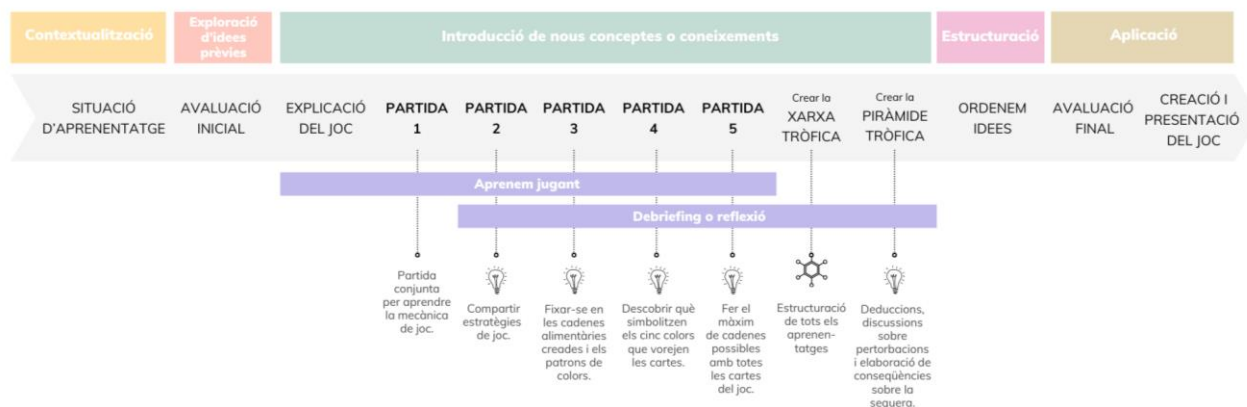


Figura 2. Planificació de la situació d'aprenentatge

A cada sessió, els 5 grups (formats per cinc infants) jugaven una partida simultàniament (figura 3) i, en algun moment, a l'inici o al final, es tractava un aspecte concret del joc o una idea científica per poder observar i reflexionar. En totes les sessions sempre hi havia moments per posar en comú estratègies de jugabilitat.

Aquesta mecànica va promoure que els i les alumnes es fixessin en el significat dels cinc colors que vorejaven les cartes o els patrons de colors de les cadenes alimentàries que s'anaven formant de manera atzarosa durant els moments de joc; per poder-ho relacionar amb idees científiques i crear un model d'ecosistema que ajudés a construir explicacions.



Figura 3. Partida del joc "Ecosistemes" del grup 1

Gràcies a aquestes sessions, cada equip va ser capaç de crear la xarxa tròfica de l'ecosistema terrestre a partir de les cartes del joc relacionant tots els elements entre si. En gran grup, es va construir la piràmide tròfica per introduir la idea de jerarquia de les cadenes alimentàries. L'anàlisi d'aquesta estructura va generar grans converses

entre l'alumnat que van portar a concloure que qualsevol canvi en la xarxa tròfica afecta l'ecosistema. Els debats van anar en tres línies: a) Fer prediccions de possibles perturbacions: eliminar o introduir d'altres espècies invasores dins l'ecosistema, imaginar que hi ha un pesticida que mata als conills o, per contra, una sobrepoblació de conills; b) Anticipar conseqüències sobre l'impacte d'una sequera: sense vegetals hi ha animals que no sobreviuen i afecten altres animals que depenen d'ells; c) Incorporar altres elements biòtics o abiòtics que el joc inicialment no contempla, com per exemple: afegir els humans al cim de la piràmide tròfica, ja que els animals també moren per accions humanes.

A la fase d'estructuració, es van recollir i ordenar les idees treballades a la pissarra a partir d'una conversa amb els i les nenes. Per poder comprovar els aprenentatges adquirits després de posar en pràctica el joc i la seqüenciació d'activitats es va tornar a passar la prova inicial. Per resoldre la SA que s'havia creat i, ahora, aplicar i consolidar tot el que s'havia après es va dissenyar "Lligams: El joc salvatge del Ripollès".



Figura 4. Cartes del joc creat per l'alumnat del joc salvatge del Ripollès.q

Tot el procés de creació va recaure en l'alumnat acompanyat de la mestra: cerca i selecció dels animals autòctons dels Ripollès, creació artística dels animals i els elements, elecció del nom del joc, disseny de les cartes i el logotip, invenció de noves normes i redacció de les instruccions. Després de tot aquest procés es va presentar la Situació d'Aprenentatge i el nou joc a les famílies, que van tenir l'oportunitat d'endur-se'l a casa per compartir l'experiència de joc.

METODOLOGIA

En dos moments de la Situació d'Aprenentatge es va demanar a les nenes i els nens, organitzats amb grups de 5 membres, que relacionessin amb fletxes els dibuixos dels éssers vius i vegetals que apareixen a les cartes del joc segons les relacions tròfiques. Se'ls va proporcionar una cartolina com a suport per a fer les relacions, un seguit de fletxes i un total de 13 imatges corresponents als elements que contemplen les cartes del joc: fruits i llavors, fruites i verdures, mosquits, llimacs, aranyes, ratolins, conills, ocells, granotes, guineus, porcs senglars, llops i àguiles. El primer moment va ser a l'inici de la SA, amb la finalitat d'explorar les idees inicials que l'alumnat tenia sobre les relacions d'un ecosistema. El segon moment, va ser després d'estructurar els nous coneixements (figura 5).

S'han analitzat un total de 10 produccions, dos de cada grup d'alumnes (5 inicials i 5 finals). Per tal de resoldre el primer objectiu d'identificar si s'han

fet més relacions entre els éssers vius del joc a l'inici o al final de la intervenció, de cada producció s'han identificat el nombre de relacions correctes fetes per cada grup i s'han comparat entre l'inici i el final, tenint en compte el màxim de relacions entre totes les espècies (35 relacions tròfiques). Donada l'edat de l'alumnat, l'orientació de les fletxes en les xarxes de relacions no formaven part dels objectius d'aprenentatge i no van ser tinguts en compte per determinar si la resposta era vàlida. Per exemple, com es pot veure a la figura 6, el grup 1 ha fet un total de 7 relacions correctes en la producció inicial, com per exemple el conill menja verdura o la granota menja el mosquit. Mentre que al final n'ha fet 25 de correctes, com que el llop s'alimenta de conills, ratolins, ocells, porcs senglars i guineus.

Per identificar com canvien les relacions previstes entre éssers vius de l'inici al final de la intervenció, s'han categoritzat les relacions fetes dels 5 grups conjuntament, segons si són correctes o incorrectes per cadascuna de les espècies. Tenint en compte el nombre màxim de relacions possibles de cada espècie, s'ha identificat el percentatge d'encerts per a cada ésser viu. Per exemple, la serp es pot relacionar amb 4 espècies, per tant, el nombre màxim de relacions correctes considerant les dades dels 5 grups, són 20 relacions tròfiques. Comparant els percentatges de relacions entre espècies s'identifiquen com canvien les relacions. Per exemple, mentre a l'inici només s'estableix una relació correcta de la serp (5%), en les produccions finals augmenten fins a 12 (60%).



Figura 5. Moments de recollida de dades durant la situació d'aprenentatge.

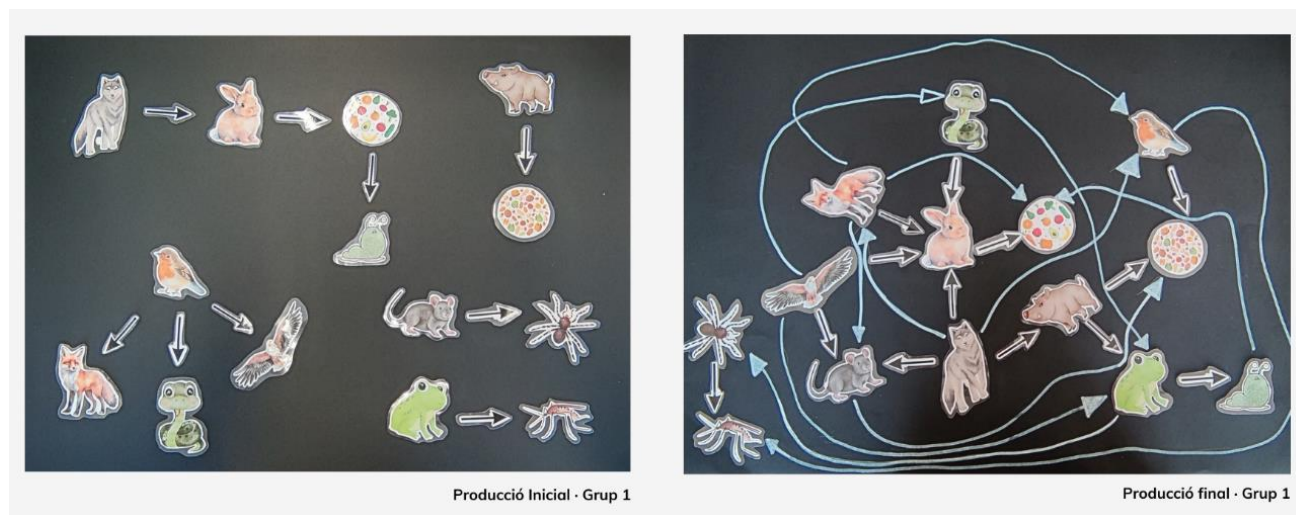


Figura 6. Produccions inicial i final del Grup 1.

RESULTATS

A partir de l'anàlisi de les produccions dels cinc grups de nenes i nens que han participat en la SA plantejada en aquest article s'observa que han fet entre un 51% (grup 1) i 63% (grup 2) més de relacions tròfiques entre espècies al final del joc, tal com es pot veure a la Figura 7. En aquest sentit, l'alumnat és capaç de reconèixer, de mitjana, sis vegades més relacions després d'aplicar la SA.

Mentre que a l'inici de la SA, cap grup supera el 23% de les possibles relacions tròfiques que es poden establir utilitzant les 13 imatges esmentades anteriorment, al final de la SA es constata que els cinc grups aconsegueixen establir entre el 63% i el 74% de les relacions entre espècies. En aquest sentit, s'observa com els nens i nenes al final de la SA creaven xarxes tròfiques més complexes i elaborades amb un nombre de relacions més elevat.

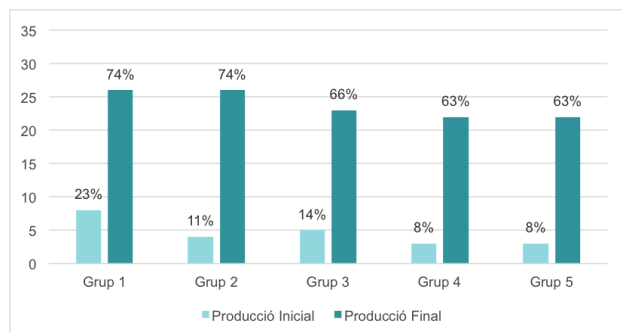


Figura 7. Percentatge de relacions tròfiques identificades a l'inici i al final de la SA.

Amb relació a l'objectiu d'identificar com canvien les relacions previstes entre éssers vius de l'inici al final de la intervenció per a cada una de les espècies, s'observa que en general hi ha un augment de relacions. En els casos en que l'ésser viu pot tenir més d'una relació amb una altra espècie (és el cas de la granota, el porc senglar, la guineu, l'ocell, el llop i l'àguila), s'observa un augment significatiu de relacions entre l'inici i el final de la SA. Per exemple, en el cas del llop, mentre a l'inici de la SA només s'identifiquen un 3% de les relacions possibles, al final de la SA augmenten fins a un 90%. En canvi, en els éssers vius que només tenen un màxim d'una relació (és el cas del ratolí, llimac, aranya i granota) s'observa que els resultats són diversos, segurament degut al grau de coneixement de l'ésser viu. En el cas del conill, per exemple, s'identifiquen el 100% de les relacions, en canvi, en el cas de l'aranya es passa d'un 0% a un 100% al final de la SA (figura 8).

De forma més qualitativa, tal com s'observa a la figura 9, la majoria de l'alumnat associava els animals amb una dieta basada en fruites, verdures i llavors a l'inici de la SA. Només un grup va introduir altres relacions alimentàries: el llop es menja al conill; la serp, l'àliga i la guineu es mengen a l'ocell. En canvi, al final de la SA es pot observar que: no hi ha relacions tròfiques errònies, només relacions que s'obvien; s'identifiquen cadenes tròfiques de més d'un nivell, passant de la idea de cadena tròfica a xarxa tròfica.

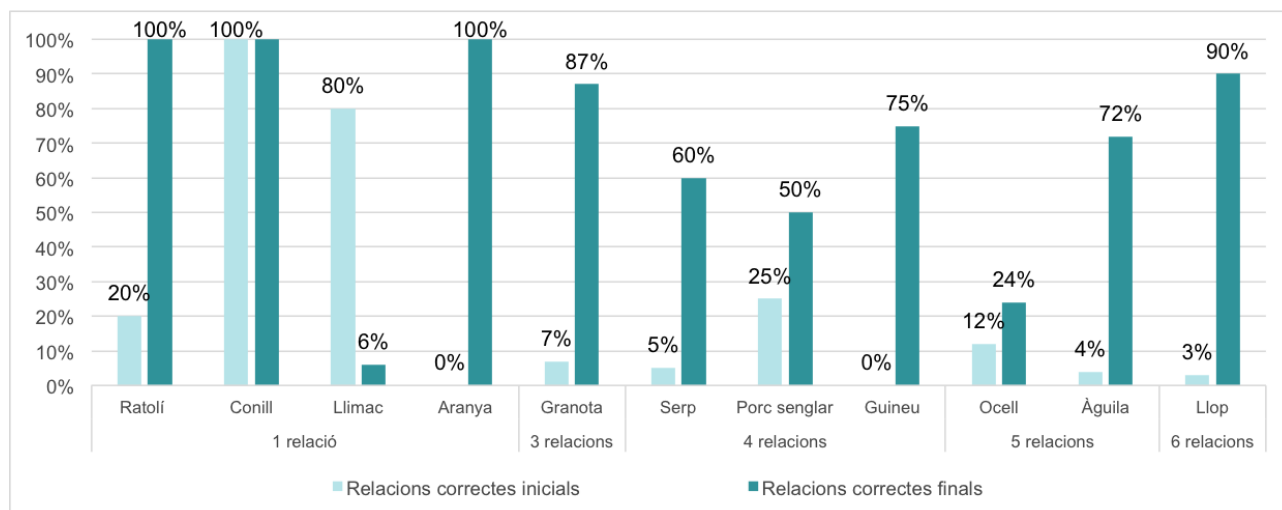


Figura 8. Percentatge de relacions tròfiques correctes identificades per a cada ésser viu a l'inici i al final de la situació d'aprenentatge.

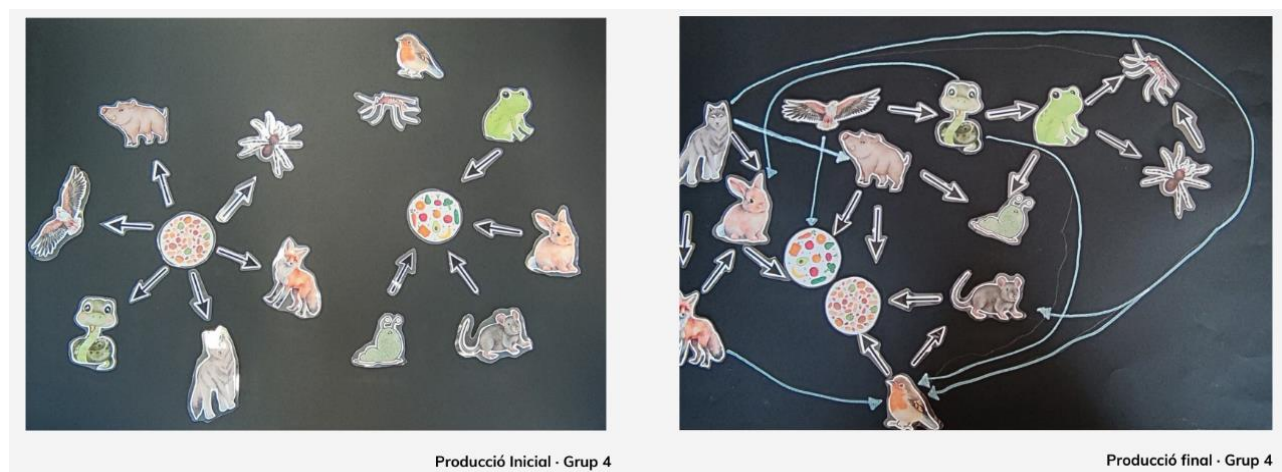


Figura 9. Producció inicial i final de curs.

CONCLUSIONS

Tal com s'ha descrit anteriorment, les idees inicials de les nenes i els nens solen tenir unes tendències de raonament i unes dificultats molt concretes. Aquest estudi mostra com el treball realitzat a l'aula permet millores significatives de les produccions dels infants amb relació a la representació de la complexitat dels ecosistemes: tant en el nombre d'interaccions en les relacions tròfiques representades com a nivell específic per a cada animal.

Els resultats indiquen una clara evolució de la complexitat en les xarxes, sobretot pel que fa a les relacions de les espècies menys conegudes per l'alumnat, que tendeixen a ser menys represen-

tades en les relacions tròfiques inicials. Això podria ser degut a que la proposta de joc ha propiciat l'interès que tenen les nenes i els nens per determinats éssers vius, especialment per aquelles espècies que formen part del context sociocultural dels infants.

Una de les coses que podríem destacar com a crucials és la progressió amb la qual s'han introduït els diferents elements del joc i les idees sobre les relacions entre éssers vius. En aquesta proposta, l'activitat de joc no és un fet puntual d'una sessió, sinó que aprendre a jugar a un joc de taula i vincular el joc de taula amb les idees sobre les relacions entre éssers vius és un seguit de passos complexos que requereixen temps de pràctica i moments de conversa.

Amb tot, és important destacar que el joc presenta limitacions per treballar algunes de les altres idees que són difícils per a l'alumnat. Per exemple, el joc no representa els descomponedors, ni tampoc el paper del sòl. També és important destacar que se centra només en les relacions depredador – presa entre animals i que el paper de les plantes és molt limitat en el joc. Finalment, com es pot comprovar en les representacions de l'alumnat, tot i que no era el focus d'aquest estudi fer evolucionar aquesta idea, la representació de les fletxes mostren que pensen en “qui es menja a qui” i no en el cicle de la matèria o el flux d'energia dels ecosistemes, tal com es descrivia en la part teòrica de l'estudi.

Aquests fets indiquen que el joc encara podria tenir més recorregut per tal de treballar aspectes sobre la dinàmica de relacions entre ecosistemes, sobretot per alumnat de cursos superiors.

En general, la proposta de SA en un context lúdic ha proporcionat unes condicions d'aprenentatge favorables. L'alumnat ha abandonat el pensament lineal i unidireccional essent capaç d'establir cadenes tròfiques més llargues i identificar múltiples depredadors per a una mateixa espècie, avançant així de la concepció de cadena tròfica cap a la de xarxa tròfica.

BIBLIOGRAFIA

- Becker, K. (2017). *Choosing and Using Digital Games in the Classroom*. Springer.
- Couso, D. i Garrido-Espeja, A. (2017). Models and Modelling in Pre-service Teacher Education: Why We Need Both. Dins: Hahl, K., Juuti, K., Jarkko, L., Uitto, A. i Lavonen, J. (Eds.), *Cognitive and Affective Aspects in Science Education* (245-261). Springer.
- Csikszentmihalyi, M. (1990). Flow: The Psychology of Optimal Experience. *Journal of Leisure Research*, 24(1), 1 - 8.
- Darné, I. (2024). Creant connexions. *Guix: Elements d'Acció Educativa*, (509), 32.
- Foncubierta, J.M. i Rodríguez, C. (2014). Didáctica de la gamificación en la clase de español. *Editorial Edinumen*, 1-8.
- Honey, M.A. i Hilton, M. (Eds.). (2011). *Learning science through computer games and simulations*. The National Academies Press.
- Jiménez-Aleixandre, M.P. (2000). Modelos didácticos. Dins F.J. Perales, i P. Cañal (Eds.). *Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 165-186). Marfil.
- Jorba, J. i Sanmartí, N. (1994). *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua*. Ministerio de Educación y Cultura.
- Leach, J., Driver, R., Scott, P. i Wood-Robinson, C. (1996). Children's ideas about ecology 3: ideas found in children aged 5-16 about the interdependency of organisms. *International Journal of Science Education*, 18(2), p. 129-141.
<https://doi.org/10.1080/0950069960180201>
- Martí, J., Jiménez, I. i Amat, A. (2022). *Investiguem els éssers vius*. Institut Municipal d'Educació.
- Martin-Ferrer, L., (2023). *Disseny i implementació d'activitats de joc per aprendre ciències: Experiències emocionals de mestres en formació Inicial*. [Tesis doctoral, Universitat de Vic-Universitat Central de Catalunya]. Repositori institucional de la Uvic-UCC
<http://hdl.handle.net/10854/7296>
- Osborne, J. (2012). The Role of Argument: Learning How to Learn in School Science. Dins B. Fraser, C. McRobbie i K. Tobin (Eds.). *Second International Handbook of Science Education* (pp. 933-949). Springer International Handbooks of Education.
- Schwarz, C.V., i White, B.Y. (2005). Metamodeling knowledge: Developing students' understanding of scientific modeling. *Cognition and Instruction*, 23(2), 165–205.
https://doi.org/10.1207/s1532690xci2302_1
- Staaldin, J.P.v., 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.
- Veldkamp, A., Rebecca Niese, J., Heuvelmans, M., Knippels, M. C. P., i van Joolingen, W. R. (2022). You escaped! How did you learn during gameplay?. *British Journal of Educational Technology*. 53(5), 1430 – 1458. <https://doi.org/10.1111/bjet.13194>

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, pp. 225-249). Carnegie Mellon

WerbachK. i Hunter, D. (2012). *For the win: How game thinking can revolutionize your business*. Wharton Digital Press.

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(1), 61–89..

<https://doi.org/10.3102/0034654312436980>

NOTES

[1] El joc “Ecosistemas” es pot adquirir a l'enllaç:
<https://class-games.com/ecosistemas/>