



Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias
ISSN: 1697-011X
revista.eureka@uca.es
Universidad de Cádiz
España

Aprender a diseñar juegos para la enseñanza de las ciencias en la formación inicial de maestras y maestros en educación primaria

Martín-Ferrer, Laura; Amat, Arnaud; Espinet, Mariona

Aprender a diseñar juegos para la enseñanza de las ciencias en la formación inicial de maestras y maestros en educación primaria

Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, vol. 19, núm. 3, 2022

Universidad de Cádiz, España

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92070576001>

DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i3.3601

Aprender a diseñar juegos para la enseñanza de las ciencias en la formación inicial de maestras y maestros en educación primaria

Learning to design games for science teaching in pre-service elementary teacher education

Laura Martín-Ferrer

Departament de Didàctica de les Arts i les Ciències,
Universitat de Vic-Universitat Central de Catalunya,
Barcelona, Catalunya, España
laura.martin@uvic.cat

 <https://orcid.org/0000-0002-3275-7257>

DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i3.3601
Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92070576001>

Arnau Amat

Departament de Didàctica de les Arts i les Ciències,
Universitat de Vic-Universitat Central de Catalunya,
Barcelona, Catalunya, España
arnau.amat@uvic.cat

 <https://orcid.org/0000-0002-2307-7604>

Mariona Espinet

Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals, Universitat Autònoma de Barcelona, Catalunya, España
mariona.espinet@uab.cat

 <https://orcid.org/0000-0002-6072-1497>

Recepción: 20 Marzo 2021

Revisado: 18 Julio 2021

Aprobación: 18 Abril 2022

RESUMEN:

La investigación sobre el Aprendizaje Basado en el Juego (ABJ) en las áreas científicas ha aumentado en los últimos años, pero aún encontramos una falta de estudios sobre las maestras en formación inicial como diseñadoras de juegos para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. La investigación sobre el juego en la Educación sugiere que el juego promociona el desarrollo de habilidades, actitudes y valores útiles también para el aprendizaje de las ciencias. Sin embargo, existen algunos obstáculos y retos a tener en cuenta para la adecuada integración de juego y ciencias. Esta investigación describe cómo las maestras en formación inicial diseñan actividades de juego en una Secuencia de Enseñanza y Aprendizaje (SEA) con el objetivo de promover un tema de ciencias, antes y después de su primera asignatura de didáctica de las ciencias. Los resultados nos muestran: un aumento de la intencionalidad didáctica de la actividad de juego en la SEA; la detección de dos formas diferentes de alinear los objetivos lúdicos y educativos; la mejora en la estructuración de las normas para promover más autonomía y; la tendencia en diseñar actividades de juego más educativas que lúdicas. Se propone incidir sobre el juego en la formación inicial de maestras para reflexionar con más profundidad de la relación entre el diseño del juego y las prácticas que van a promover.

PALABRAS CLAVE: Formación inicial de maestros, secuencias de enseñanza y aprendizaje, diseño de juegos de ciencias, aprendizaje basado en juego, modelización e investigación.

ABSTRACT:

The research presented aims at identifying the difficulties pre-service secondary science teachers have in designing context-based chemistry teaching and learning sequences (TLS). The question guiding this study is the following: What function do contexts perform within chemistry TLS designed by pre-service secondary science teachers? A content analysis of five chemistry TLS written in 2015-16 by five pre-service secondary science teachers from the master program offered by the five public universities in the community of Catalonia, Spain was conducted. The focus of the analysis dealt with the characteristics of contexts used in TLS

using the Rubric of Context Indicators (RIC) created for this purpose. Three TLS contextual profiles have been identified using the 5 RIC context indicators such as authenticity, relevance, persistence, inquiry and construction. All pre-service secondary science teachers from the three contextual profiles have written chemistry TSL showing difficulties in the use of contexts that are persistent along the TLS and promote scientific inquiry.

KEYWORDS: Pre-service secondary science teacher education, teaching -learning sequences, context based learning, chemistry education, context and concept.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años ha crecido el interés por introducir el juego como herramienta o estrategia de aprendizaje en las aulas, aunque hablar de juego como metodología de aprendizaje no es algo nuevo. El juego es un concepto amplio sobre el que han reflexionado autores de diversas disciplinas a lo largo de la historia. El autor más influyente ha sido el filósofo e historiador Johan Huizinga (2012) quien define el juego como una acción u ocupación libre, que se desarrolla dentro de unos límites temporales y espaciales determinados, según reglas absolutamente obligatorias, aunque libremente aceptadas. Esta acción tiene un fin en sí misma y va acompañada de un sentimiento de tensión y alegría, así como de la conciencia de «ser de otro modo» que en la vida corriente. Las seis características del juego- libre, ficticio, placentero, con un objetivo concreto, en un tiempo y espacio determinados, y con normas libremente aceptadas- han sido revisadas por muchos autores que han propuesto sus descripciones añadiendo o variando las características que definen el juego. Las definiciones de juego más recientes mayoritariamente incluyen características propias de los videojuegos como la interactividad y retroalimentación. Kapp (2012) define el juego como un reto abstracto, definido por reglas, interactividad y retroalimentación, que se traduce en un resultado cuantificable que puede emocionar. Otra definición es la de Juul (2005) quien incluye la idea que el juego prevé un resultado influido por los esfuerzos que realiza el jugador y las consecuencias de la actividad son negociables. Varios autores como Salen y Zimmerman (2004) apuntan que el problema principal de estas definiciones es que son demasiado amplias e incluyen cosas que no son juegos, como por ejemplo el teatro; o bien, demasiado estrechas porque dejan fuera actividades que reconocemos como juegos como es el caso de los juegos totalmente de azar. Dada la variedad de juegos que existen- juegos de mesa, juegos de cartas, juegos de rol, videojuegos, etc.-, es poco probable delimitar las características generalizadas de todas las actividades que reconocemos como juegos. Salen y Zimmerman (2004) determinan que cada autor define el juego por una particular razón y en un contexto concreto.

Conforme estas presunciones optamos por definir el juego según los criterios de Klopfer, Osterweil, y Salen (2009) que conciben los juegos como actividades voluntarias estructuradas por normas, con un resultado definido (ej. ganar/perder) y otros elementos de retroalimentación cuantificables (ej. puntos). Estos mismos autores definen los juegos educativos como aquellos que se orientan al aprendizaje de conocimientos como fin propio y fomentan hábitos mentales y comprensión que son generalmente útiles dentro de un contexto académico. A partir de esta descripción de juego, en nuestro contexto específico, entendemos que el juego de ciencias, a parte de cumplir las características propias de juego, también debe desempeñar la intención de promover la alfabetización científica, incluyendo conocimientos “de” y “acerca de”, y la comprensión de la Naturaleza de la Ciencia (Vásquez-Alonso y Manassero-Mas 2016).

En este estudio adoptamos la visión de *Aprendizaje Basado en el Juego (ABJ)* de Prensky (2001) entendida como una metodología pedagógica que introduce el juego en el aula con una finalidad educativa y no únicamente lúdica. En esta investigación consideramos el ABJ como concepto amplio que incluye tanto el aprendizaje como la enseñanza.

Otro término muy actual relacionado con el juego es la *gamificación o ludificación*, una estrategia no estrictamente educativa basada en utilizar elementos propios del juego y técnicas de diseño de juegos en contextos no lúdicos (Werbach y Hunter 2012). La finalidad de la gamificación es enriquecer la experiencia

de aprendizaje, y dirigir y/o modificar el comportamiento del alumnado en el aula (Foncubierta y Rodríguez 2014). En este sentido, podemos gamificar la evaluación, por ejemplo, diseñando un contexto específico, como una historia o un eje de animación, para motivar e involucrar el alumnado en el tema que se trabaja. Otro ejemplo sería incorporar elementos de juego como las medallas o puntos de victoria para recompensar la participación en el aula y las entregas de trabajos con puntualidad. El ABJ se asemeja con la gamificación en que las actividades que propone no son propiamente juegos, pero se diferencia en que la gamificación utiliza solamente elementos típicos del juego en sus actividades mientras que el ABJ utiliza cualquier tipología de juego como actividad central, ya sean juegos de mesa, videojuegos o juegos deportivos entre otros, para alcanzar unos objetivos de aprendizaje.

Una de las características más importantes del ABJ, según Hays (2005) y Staalanduin y Freitas (2011) consiste en asegurar un momento de debate posterior al juego para dar la oportunidad de reflexionar sobre la experiencia con el juego y comprender cómo se relaciona con los objetivos de aprendizaje. Otros autores también consideran importante una introducción previa para asegurar que el alumnado comprende el objetivo y contexto de la actividad (Alklind Taylor 2014), o la enseñanza del contenido para posteriormente aplicarlo en la actividad de juego (Crookall y Thorngate 2009).

Dentro del ABJ encontramos diversidad de tipologías de juego siendo los más habituales en las aulas los juegos de mesa, deportivos o de rol. Algunos de los tipos de juegos más presentes en investigaciones sobre ABJ (McClarty *et al.* 2012; Li y Tsai 2013; Qian y Clark 2016) son: los *Juegos Serios*, juegos diseñados con un propósito explícito educativo que va más allá de la diversión (Abt 1970); los *videojuegos . juegos digitales*, referidos a juegos que requieren de un sistema que incorpora tecnología. Asimismo, se podrían añadir también en esta tipología los *Breakouts Educativos* que se diferencian de los *Room Escape* porque en lugar de escapar de un espacio cerrado, el objetivo es resolver enigmas y pistas para abrir una caja custodiada por varios candados (Cornellà, Estebanell y Brusi 2020).

Desde un punto de vista de cómo el juego es utilizado para el aprendizaje de un área de conocimiento específico existen diferentes aproximaciones. Mientras que algunos autores han sugerido que áreas como las matemáticas, la lengua y las ciencias son muy adecuadas para los juegos (Hays 2005; Morris, Croker, Zimmerman, Gill y Romig 2013), otros afirman que más que contenidos específicos, los juegos fomentan habilidades de pensamiento como la planificación y razonamiento (Ke 2009). McClarty *et al.* (2012) en su revisión de videojuegos educativos determinaron que la mayoría de las investigaciones sobre ABJ se centran en describir el impacto del juego en la actitud de los estudiantes hacia el contenido y la motivación para asistir y participar en clase en lugar de centrarse en la relación entre los juegos y el aprendizaje en un área específica. En cambio, en la revisión de ABJ centrado en juegos de ciencias de Li y Tsai (2013) el foco de la mayoría de los juegos analizados fue el aprendizaje del contenido científico concretamente en las áreas de física (10 estudios), biología (7 estudios), ecología (4 estudios), neurociencia (4 estudios), educación ambiental (3 estudios), ciencias de la tierra (1 estudio), química (1 estudio), y nutrición (1 estudio). Sin embargo, el afecto, el compromiso y el aprendizaje socio contextual fueron menos estudiados por los investigadores, según el autor es posible que dieran por sentado que la motivación y el compromiso es implícito en el juego y no hace falta estudiarlo.

Como explica Chmiel (2009) gran parte de la eficacia de los juegos para el aprendizaje depende de los diseños de los juegos, que en ciencias deben desarrollar una experiencia de juego rica en un contenido que requiera que los jugadores dominen ciertos hábitos relacionados con la alfabetización científica. Esto implica considerar al profesorado como diseñadores de contextos ABJ y el problema de este enfoque es que no están formados en contenido de diseño de juegos.

ABJ Y ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN LA FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO

Estamos de acuerdo con Franco, Cebrián y Rodríguez (2021) quienes afirman que involucrar el profesorado en formación en el ciclo completo de diseño, implementación y evaluación de actividades de gamificación para promover ciencias permite un contexto de reflexión de su proceso de aprendizaje. Aun así, la literatura sobre formación inicial como diseñadores de juego para promover ciencias aún es limitada a nivel internacional y nacional. Algunas experiencias destacan que para predisponer al profesorado a diseñar experiencias ABJ, deben concebir el juego como un recurso útil para tratar de resolver deficiencias del proceso de enseñanza y aprendizaje, y que el juego se pueda adaptar a aspectos pragmáticos como la adecuación al horario escolar (Arnab *et al.* 2019). Mientras, España, Rueda y Blanco (2015), quienes analizan cómo el profesorado de ciencias de secundaria en formación inicial diseña juegos de rol sobre el calentamiento global, señalan que el juego de rol ayuda a incluir aspectos procedimentales y actitudinales en sus planificaciones, en lugar de centrarse exclusivamente en los contenidos conceptuales. A nivel más concreto, los autores manifiestan la necesidad de mejorar el programa formativo para ayudar al alumnado a dotar de más coherencia al diseño de actividades, ya que identifican la falta de coherencia entre los objetivos y el resto del diseño.

Los y las futuras maestras empiezan su formación universitaria con unas ideas, concepciones, actitudes y emociones preestablecidas sobre las ciencias y su enseñanza y aprendizaje procedentes de su experiencia como estudiantes en su etapa escolar (Mellado, Borrachero, Dávila, Melo y Brígido 2014). Por lo tanto, es posible que sus experiencias previas como alumnado y como participantes en juegos a lo largo de su vida influyan en su capacidad para diseñar Actividades de Juego (AJ) en una Secuencia de Enseñanza y Aprendizaje (SEA) de ciencias. Entendemos que sus diseños serán consecuencia de su Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) formado, según Appleton (2006), por tres dominios: el contenido de ciencias, el conocimiento general pedagógico, y el conocimiento específico sobre cómo enseñar ciencias.

En este sentido, la planificación de secuencias para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias y su revisión se considera una práctica útil para la formación inicial de maestras (Abell, Appleton y Hanuscin 2010). Según Meheut y Psillos (2004), los procesos de enseñanza y aprendizaje en la planificación de la SEA se pueden investigar a nivel micro, meso y macro. En este estudio se analizan las planificaciones a nivel micro (actividad de juego) y a nivel meso (secuencia de actividades).

Si nos focalizamos en la AJ, varios autores y autoras han detectado limitaciones y/o futuros retos en el diseño de propuestas ABJ para promover el aprendizaje de las ciencias (Weitze 2014; Li y Tsai 2013; Young *et al.* 2012; Chmiel 2009).

En este sentido, *alinear los objetivos* es uno de los mayores retos en el diseño de juegos educativos. Según Weitze (2014) enseñar con éxito a través de un juego de aprendizaje solo sucederá si se consigue la alineación de nuestros objetivos de aprendizaje y objetivos de juego. El equilibrio entre la diversión y las acciones educativas debe ser el objetivo de todo el desarrollo del diseño del juego (Arnab *et al.* 2015). Diseñar un juego educativo equilibrado es un reto para el alumnado de maestro, ya que se encuentran en una fase inicial en el desarrollo de planificaciones didácticas, y tampoco saben cómo integrar los diferentes elementos del juego o diseñar una buena jugabilidad que mantenga a las jugadoras motivadas y comprometidas como lo hacen las diseñadoras profesionales de juegos (Weitze 2014).

Estructurar las normas para delimitar la agencia del alumnado es otro reto detectado en el diseño de juegos educativos. Desde un punto de vista sociocultural, entendemos que la participación de las jugadoras en el juego será regulada por estructuras que limitan la agencia. Roth y Tobin (2004) afirman que las posibilidades de acción no existen por sí mismas, sino que están mediadas por condiciones existentes, de modo que la praxis es el resultado de la dialéctica entre agencia y estructura. En este estudio se ha analizado como se ha estructurado la agencia del alumnado limitando los materiales, el tiempo, el espacio, el grupo y la relación entre los participantes. Estos cinco aspectos que regulan las normas de las AJ se deberían diseñar más o menos

estructuradas teniendo en cuenta cuáles acciones y operaciones queremos que el alumnado pueda escoger y desarrollar, con el fin de promocionar un contexto adecuado para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

Otro reto identificado es *equilibrar las acciones de juego con las acciones científicas* para su convivencia equilibrada y efectiva. Las acciones que se desarrollan en las AJ están delimitadas por las normas de juego anteriores. Según la teoría de la actividad esta estructura permite llevar a cabo ciertas acciones y operaciones. Las acciones están orientadas a los objetivos y son llevadas a cabo por el alumnado, mientras que las operaciones se orientan a las condiciones, las llevan a cabo el alumnado de forma rutinaria y automática (Roth y Tobin 2004). Para analizar las acciones de las AJ adoptamos el método de clasificar las acciones de juego para juegos serios de Van Nimwegen, Van Oostendorp y Wouters (2012) quienes exponen que las jugadoras desempeñan tres tipos de acciones: perceptuales, mentales y físicas. Por otro lado, las acciones de actividad científica escolar están estructuradas basándose en las prácticas científicas de investigación y modelización, desde el enfoque de Indagación Basada en Modelos. Este se considera, un proceso de aprendizaje basado en construir conocimiento para promover la evolución de las ideas del alumnado para interpretar fenómenos (Martínez-Chico, Jiménez Liso y López-Gay 2015; Schwarz y Gwekwerere 2007). Como propone (Martí 2016) se dividen las acciones de actividad científica en dos ámbitos de actuación que identificamos como: (1) ámbito de los datos y los hechos, que incluyen acciones como observar, realizar diseños experimentales de control de variables, analizar datos y establecer conclusiones empíricas; y (2) ámbito de las ideas, modelos y explicaciones, que incluyen usar el modelo para predecir o construir explicaciones, expresar, evaluar o revisar el modelo (Couso y Garrido-Espeja 2017).

Si nos focalizamos a nivel meso, en el papel que desarrolla en de la SEA, el mayor reto es *dotar de una función didáctica la actividad específica de juego*. Estamos de acuerdo con Martí (2016) que lo que determinará un buen diseño no es solo las funciones concretas de la actividad específica, sino el orden y la coherencia con la que se integran en una SEA. Diseñar una AJ en de una SEA nos permite analizar la función didáctica que desempeña en un marco de planificación más amplio en el cual cada actividad tiene una función estratégica concreta en el global de la secuencia. Existen diferentes marcos de referencia para la planificación, en este estudio nos acogemos al ciclo de aprendizaje de perspectiva constructivista de Jorba y Casellas (1997) aplicado también en la enseñanza de las ciencias (Sanmartí 2002), que también tiene por objetivo promover la construcción de conocimientos en línea con la modelización. El ciclo de aprendizaje propone 4 fases; (1) la exploración de las ideas previas del alumnado; (2) la introducción u obtención de nueva información en diferentes formatos para promover la construcción de nuevo conocimiento; (3) la estructuración e integración el nuevo conocimiento a la red existente a través de actividades de síntesis y reestructuración del nuevo conocimiento y; (4) la aplicación del conocimiento aprendido a la resolución de un problema o a un contexto nuevo.

Este estudio quiere aportar evidencias de como el profesorado, concretamente de primaria, en formación inicial diseña juegos para enseñar ciencias y como el desarrollo de una asignatura influye en la evolución de sus diseños.

OBJETIVOS

El objetivo general de este estudio es describir y analizar los principales cambios en el diseño de AJ en de una SEA de ciencias diseñada por estudiantes del Grado de Educación Primaria con la finalidad de mejorar el programa formativo desarrollado.

Del objetivo general se derivan tres preguntas de investigación para comparar la AJ en la SEA inicial con la final:

1. ¿Qué función didáctica desempeñan las AJ en del diseño de una SEA sobre un tema científico?
2. ¿Qué características describen las AJ según tipología, objetivos, normas y acciones que promueven?
3. ¿Se identifican tendencias en la relación entre los diseños de las AJ y su tema científico?

CONTEXTO

El presente estudio se desarrolló en la asignatura de Didáctica de las Ciencias I, que realizan las estudiantes en su tercer curso del grado de educación primaria de la Universidad de Vic- Universidad Central de Cataluña. El primer objetivo de la asignatura es que el alumnado confronte y cambie su visión de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias a través de diversas oportunidades de reflexión sobre: (a) la enseñanza de las ciencias realizada por otras personas; (b) su propia enseñanza de las ciencias; (c) su propio aprendizaje de las ciencias; y (d) opiniones de expertos (Abell *et al.* 2010).

Partimos de la premisa que las estudiantes de maestro llegan con sus teorías personales sobre la enseñanza y el aprendizaje. Las 64 estudiantes (37 chicas y 27 chicos) tenían una experiencia previa en ciencias procedente de su escolarización secundaria obligatoria y sólo 13 estudiantes habían cursado el bachillerato científico. Entre ellos un estudiante de biología que cursó esta asignatura como optativa. La mayoría eran estudiantes menores de 30 años, sin embargo 5 estudiantes eran mayores de 30 con experiencia profesional en el mundo de la educación no formal.

La asignatura tuvo lugar a razón de dos sesiones semanales con un total de 3,5 horas durante 14 semanas del curso académico 2018-2019. La Tabla 1, adaptada de Jiménez (2016) ofrece una visión general de la planificación de la misma asignatura. En ella se incluyen ocho fases que presentan los objetivos principales de la asignatura relacionados con los principales recursos y actividades para introducir los principios de la didáctica de las ciencias y los recursos relacionados con el juego. La temporalidad de la planificación no es totalmente cronológica, ya que algunos objetivos se trabajan paralelamente como ocurre en las fases 3 y 4. Así, en la fase 3 las estudiantes de maestro participan como si ellos fueran niños y niñas en un proceso de enseñanza y aprendizaje de la materia, y en la fase 4 reflexionan sobre qué han hecho en la fase 3 y se presentan las características de la modelización. En la última columna se destaca la duración por número de sesiones dedicadas a cada fase. También se refleja, que se dedicaron dos sesiones específicas para reflexionar sobre juego: en la primera, que tuvo lugar al inicio de la asignatura, permitió presentar la definición de juego y explorar sus ideas iniciales; en la segunda, se trabajó las características del ABJ y se reflexionó sobre las aplicaciones del juego en diferentes momentos de una SEA de ciencias. A la parte final de la asignatura, se exemplificó con 3 sesiones el uso de AJ para trabajar el tema de los ecosistemas, para construir un modelo de referencia. En concreto juegos similares al *pilla pilla* para trabajar la dinámica de poblaciones, juegos de habilidad con distintas herramientas que simulaban picos de pájaros para trabajar las adaptaciones al medio, y un juego de rol para tomar decisiones ambientales.

TABLA 1
Planificación de la asignatura de Didáctica de las Ciencias I de la UvicUCC

Fases	Objetivos principales	Eje 1: Principales recursos para promover la construcción del CDC sobre la enseñanza-aprendizaje de las ciencias	Eje 2: Recursos para promover la construcción del CDC a través del juego	Sesiones
1	Exploración del conocimiento inicial del alumnado sobre epistemología de las ciencias, y la enseñanza de las ciencias.	<ul style="list-style-type: none"> • Cuestionario inicial • Diseño de SEA inicial con AJ • Análisis de casos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias. 		3
2	Introducción de los fundamentos que caracterizan la construcción del conocimiento científico.	<ul style="list-style-type: none"> • Actividad <i>Mystery Tube</i> • Revisión histórica del descubrimiento del ADN • Reflexión sobre afirmaciones relacionadas con la construcción del conocimiento científico. 	Reflexión sobre qué es un juego e ideas iniciales.	1
3	Presentación de un modelo de enseñanza y aprendizaje de referencia basado en la modelización. Secuencia de investigación sobre la teoría corpuscular de la materia.	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de modelos, revisión, uso. • Comparación de los modelos alternativos. • Presentación y uso de herramientas para apoyar al DECV, la argumentación... • Escritura en la libreta de ciencias. • Prueba escrita para evaluar las explicaciones de fenómenos relacionados con el cambio físico. 		7
4	Presentación y reflexión de las características principales del aprendizaje basado en la investigación y la modelización.	<ul style="list-style-type: none"> • Presentación de los fundamentos teóricos de la parte aplicada del módulo. • Lecturas del curso: libro capítulos, artículos, etc. • Prueba escrita para evaluar el análisis de un caso de aula. 		6
5	Presentación y reflexión del ABJ		Sesión sobre juegos en el diseño de una SEA.	1
6	Revisión de la SEA inicial	Análisis y revisión de la SEA inicial y de la AJ		2
7	Presentación de un modelo de enseñanza y aprendizaje de referencia basado en la modelización. Secuencia de investigación sobre el modelo ecosistemas.	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo y análisis de partes de las secuencias de investigación sobre ecosistemas. • Actividades de aula sobre ecosistemas. • Aplicación de las herramientas aprendidas con respecto a modelizar e indagar. • Investigación sobre las relaciones de los seres vivos en un jardín de la Universidad. 	Juegos sobre ecosistemas.	3
8	Implementación de una AJ	<ul style="list-style-type: none"> • Microteaching. Práctica de la AJ para promover la construcción de modelos, a sus compañeros de clase. • Análisis y evaluación de los coteaching por parte de los compañeros de clase. 		2

Una de las actividades relevantes de este curso fue diseñar, en grupos cooperativos, una SEA de 5 actividades centrada en un tema de ciencias (calor, fricción, sonido, luz o flotabilidad) asignado por sorteo. Se les pidió que como mínimo una de las actividades de la SEA debía ser una AJ. Al final de la asignatura, las SEA debían ser sometidas al análisis, reflexión y modificación por parte del alumnado en el transcurso para reflejar los nuevos conocimientos adquiridos.

METODOLOGÍA

Los datos para el análisis proceden de las producciones de aula de los 20 grupos compuestos por 3-4 estudiantes. Cada grupo elaboró una SEA en la fase 1 (ver la Tabla 1) a partir de un guion que contemplaba por cada una de las 5 actividades; objetivos, ideas clave de ciencias y descripción de la actividad, y la misma SEA revisada y modificada en la fase 6 (ver la Tabla1) aplicando lo trabajo durante la asignatura. Aunque esta investigación se centra específicamente en el análisis de las AJ, también se ha tenido en consideración la SEA completa de 5 actividades para contextualizar la AJ en la secuencia.

En el proceso de análisis, en primer lugar, se identificaron los textos correspondientes a las AJ y se procedió a clasificar el juego que contenían. Existen diferentes criterios para clasificar los juegos, según espacio, a tipología y el número de los jugadores o las dimensiones sociales, intelectuales o culturales que se ponen en marcha en el momento de jugar (Ripoll 2006). En este estudio se clasifican las AJ propuestas por el alumnado, en siete categorías adaptadas de la clasificación de Garfella y López (1997), según la actividad que se practica: 1) juego de mesa; 2) juego motriz; 3) juego de construcción; 4) juego de preguntas; 5) juego de pistas o gincana; 6) juego de deslizamiento; 7) juego de comunicación.

En segundo lugar, los datos fueron sometidos a un análisis cualitativo del contenido (Mayring 2000) con un procedimiento inductivo-deductivo, donde se han construido diferentes categorías agrupadas en cuatro dimensiones: (1) la función didáctica de la AJ en de la SEA; (2) el propósito de la AJ; (3) las normas del juego que delimita los aspectos de grupo, tiempo, espacio y materiales; y (4) las acciones en relación con la actividad científica escolar, y en relación con las acciones de juego. Las Tablas 2 y 3 muestra el Sistema de Categorías utilizado para el análisis de las AJ en SEA de ciencias diseñadas por el alumnado en formación inicial de maestro de primaria. En el momento de generar los resultados cuantitativos del análisis de estas categorías y subcategorías se ha realizado contabilizando la presencia o ausencia de estas en las AJ.

TABLA 2
Sistema de Categorías utilizado para el análisis de las AJ en SEA I

Dimensiones	Categorías	Subcategorías
Función Didáctica (Jorba y Casellas 1997, Sanmartí 2002)	Exploración de las ideas previas del alumnado Introducción u obtención de nueva información Estructuración e integración el nuevo conocimiento Aplicación del conocimiento	
Propósito de la AJ (Weitze 2014)	No tiene objetivo lúdico Tiene ambos objetivos. Se debe utilizar el contenido científico para cumplir el objetivo lúdico Tiene ambos objetivos. No se debe utilizar el contenido científico para cumplir el objetivo lúdico	
Normas del juego	Grupo Relación entre participantes Tiempo Espacio Materia	Individual Pequeño grupo Grupo aula Competitiva Cooperativa Cooperativa-competitiva Estructurado Semiestructurado No estructurado Estructurado No estructurado Estructurado Semiestructurado No estructurado

TABLA 3
Sistema de Categorías utilizado para el análisis de las AJ en SEA II

Acciones	Acciones de juego (Van Nimwegen et al. 2012)	Acciones físicas	Movimiento suave o desplazamiento de un material del juego (Ej. Lanzar un dado)
			Movimiento físico intenso (Ej. correr, saltar)
		Acciones mentales	Complejas (Ej. Escoger la textura que se deslizara con mayor fricción)
		Acciones perceptuales	Propias del juego (Ej. Escuchar en el juego del teléfono)
Acciones de Actividad científica escolar (Martí 2016, Couso y Garrido-Espeja 2017)	Ámbito de los datos	Obtener datos	
		Representar y analizar datos	
		Establecer conclusiones	
	Ámbito de las ideas	Usar el modelo para predecir	
		Usar el modelo para explicar	
		Expresar el modelo	
		Evaluuar el modelo	
		Revisar el modelo	

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diseño de la AJ según la tipología de Juego

Las y los estudiantes, que llegan con sus ideas previas y con una experiencia lúdica concreta, han partido de la base de juegos que conocen para adaptar e incorporar un contenido de ciencias explícito. Los 20 juegos iniciales son variaciones de juegos tradicionales, por ejemplo: una variación del *quien es quien*, un juego de mesa en el cual, en lugar de personajes, se debe encontrar un objeto a través de preguntas relacionadas con la conductividad; también juegos virtuales de preguntas como el *kahoot* que aparecen vinculadas al tema de la flotabilidad; u otras variaciones como el juego del *teléfono*, el *pilla pilla*, el *Party&Co*, entre otros.

En general, destacamos que al final, dejan de diseñar juegos de tipología libre, juegos que no tienen normas ni objetivos explícitos, y empiezan a diseñar juegos más dirigidos. En sentido contrario, existe un caso de una AJ sobre flotabilidad que pasa de diseñar un juego del *Trivial* muy estructurado, para diseñar un juego de tipología de construcción que promueve la toma de decisiones del alumnado.

Sin embargo, como vemos en la Figura 2, en el 50% de los casos lo que han hecho es reformular el juego, pero siguen con los juegos planteados al inicio. Como es el caso del juego del *quién es quién*, para trabajar la transferencia del calor, que mantienen el juego de mesa, pero añaden una guía de posibles preguntas para descubrir el objeto del oponente.

Es importante destacar que los temas de fuerza de fricción y sonido tienden hacia tipologías concretas de juegos de deslizamiento y juegos de comunicación respectivamente. Por ejemplo, las AJ de fuerza de fricción finales son juegos de deslizar bólidos, estilo *petanca*, con o sobre texturas diferentes en unas rampas para conseguir objetivos como: llegar lo más lejos posible o acercarse al máximo a un punto concreto.

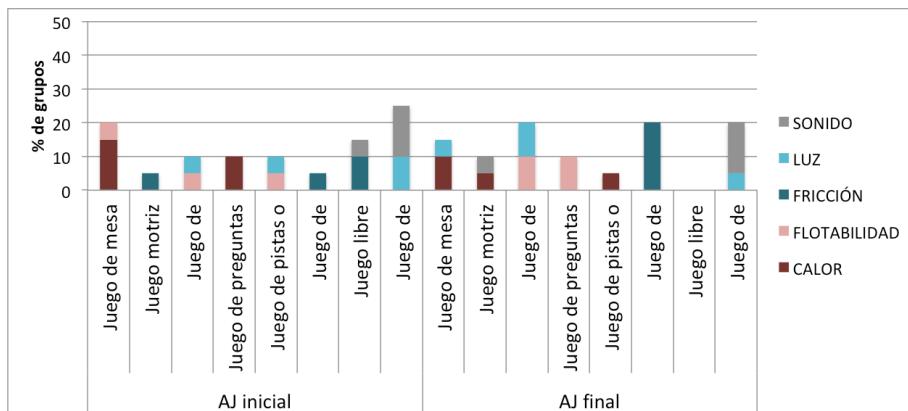


FIGURA 1
Tipología de los juegos de la AJ inicial y AJ final según tema de ciencias

Diseño de la AJ según la Función Didáctica

Parece que la asignatura ha permitido que las AJ dejen de ser actividades aisladas y se integren en las SEA adoptando una función didáctica concreta. Como vemos en la Figura 1 el 85% de las AJ iniciales tienen una función no didáctica, es decir, que se diseñan actividades sin tener en cuenta la secuencia y el progreso a lo largo de las 5 actividades, diseñando actividades aisladas y desconectadas unas de las otras. Por ejemplo, un grupo de sonido propone jugar teléfono de hilos para tratar la transmisión del sonido en los sólidos. Previamente, solo se propone un primer experimento al vacío para ver que el sonido se no se propaga si no hay aire.

En cambio, en la SEA final el 100% de las AJ adquieren una función didáctica específica explícita, sobre todo con la función didáctica de aplicación y de introducción de contenidos de ciencias. Siguiendo con el ejemplo anterior, el grupo propone para empezar un experimento con cajas y un despertador para evaluar las ideas iniciales del alumnado. A continuación, reciclaron la actividad del teléfono de hilos para construir un experimento con control de variables para observar la transmisión del sonido en diferentes medios sólidos. Seguidamente, un juego de persecución para presentar como se propaga el sonido. En la secuencia también se prevén momentos de estructuración y aplicación.

Por otro lado, vemos como algunos temas de ciencias condicionan como las AJ se integran en la SEA y qué función didáctica ejercen. Todas las AJ finales de flotabilidad son de aplicación y todas las AJ finales de sonido son de introducción de nueva información. Por ejemplo, la AJ final de flotabilidad que ejerce la función didáctica de aplicación del conocimiento en la construcción de un barco y un submarino.

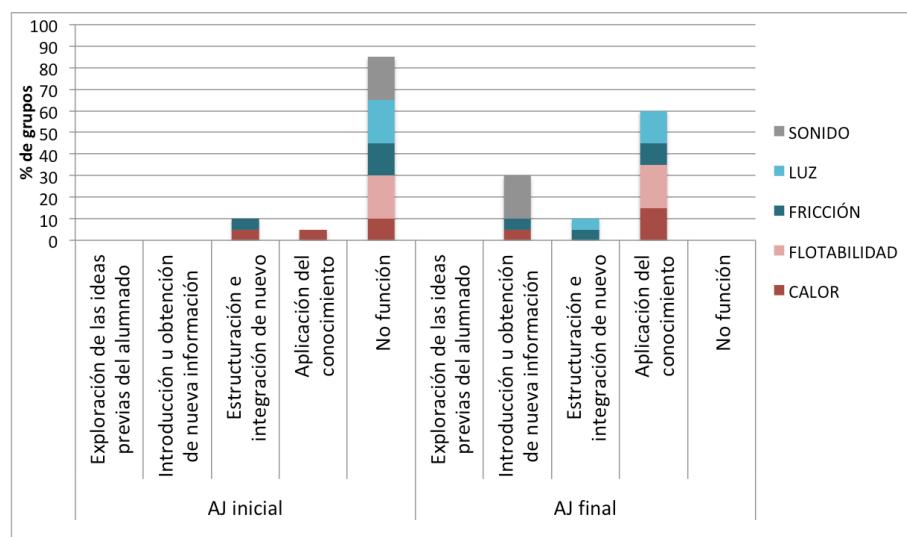


FIGURA 2
Función didáctica de las AJ en SEA inicial y SEA final según tema de ciencias

Diseño de los propósitos de la AJ

Los diseños incorporan objetivos lúdicos y mejoran en la alineación de los objetivos lúdicos y científicos. Como vemos en la Figura 3, las AJ que inicialmente no tenían objetivos lúdicos (15%) los incorporan al final de la asignatura. Por ejemplo, una AJ para trabajar la fuerza de fricción en la SEA inicial donde no se prevé ningún objetivo lúdico más allá de la exploración libre con los materiales, en cambio al final de la asignatura diseñan un juego de deslizamiento incorporando el objetivo lúdico de hacer llegar un bólido a un punto concreto del recorrido.

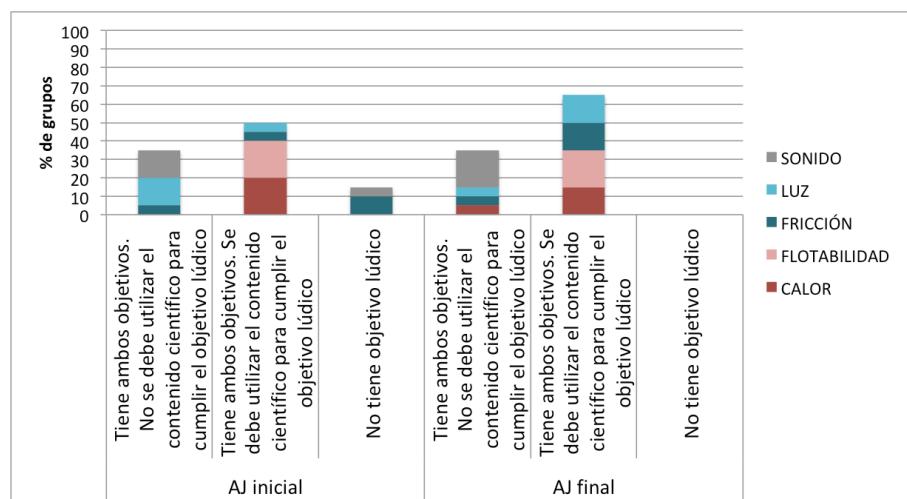


FIGURA 3
Relación entre los objetivos de aprendizaje y los objetivos de juego en AJ inicial y AJ final según tema de ciencias

Aunque no es un tema tratado en la asignatura, observamos cómo se diseñan mayormente AJ alineadas (65% de AJ finales), es decir, que el objetivo científico es necesario para alcanzar el objetivo del juego, mientras que el 35% de las AJ finales tienen dos objetivos aislados. En este último caso, en la mayoría de las AJ se concreta con una separación de dos momentos: (a) realización de la AJ propiamente dicha; (b)

y a continuación se propone una actividad más reflexiva con la intención de relacionar el juego con la representación del modelo del tema de ciencias trabajado. Un claro ejemplo de esta estructura son los juegos finales relacionados con la transmisión del sonido, en los que el objetivo lúdico no tiene relación con el objetivo educativo. Por ejemplo, el juego adaptado de la *gallinita ciega*, en el cual una jugadora emite un sonido de ambulancia y el resto deben apartarse del sonido con los ojos vendados, en este caso, primero se juega y después se prevén preguntas para relacionar el juego con la transmisión del sonido.

Al contrario, las AJ iniciales y finales del tema de ciencias de flotabilidad tienden a ser diseños con una alineación de objetivos y por tanto, hay que utilizar los conocimientos científicos para alcanzar el objetivo lúdico. Un claro ejemplo, serían los dos juegos de *kahoot* utilizados en este tema, sin tener en cuenta la calidad de las preguntas, pero en el cual si no sabes el contenido preguntado no puedes responder con criterio. Pero también los juegos propuestos en las SEA finales, donde deben utilizar la idea de flotabilidad para construir un barco y cargarlo con el máximo de peso en un solo intento, pero sin hundirse.

Diseño de las reglas de la AJ

Las AJ son consideradas actividades grupales, vemos que en ningún caso se han diseñado actividades individuales y la tendencia principal es diseñar AJ cooperativas-competitivas.

En la Figura 4, vemos que solamente el 10% de los grupos consideran AJ cooperativas, el 35% son cooperativas-competitivas, es decir que cooperan con su equipo, pero compiten con el resto, y el 20% son AJ competitivas. En los diseños finales aumentan las AJ cooperativas-competitivas (55%). Un ejemplo sería las dos AJ de flotabilidad comentadas anteriormente, donde cada grupo debe construir un barco, mientras cooperan en pequeño grupo, compiten con el resto de los grupos para conseguir la mejor construcción.

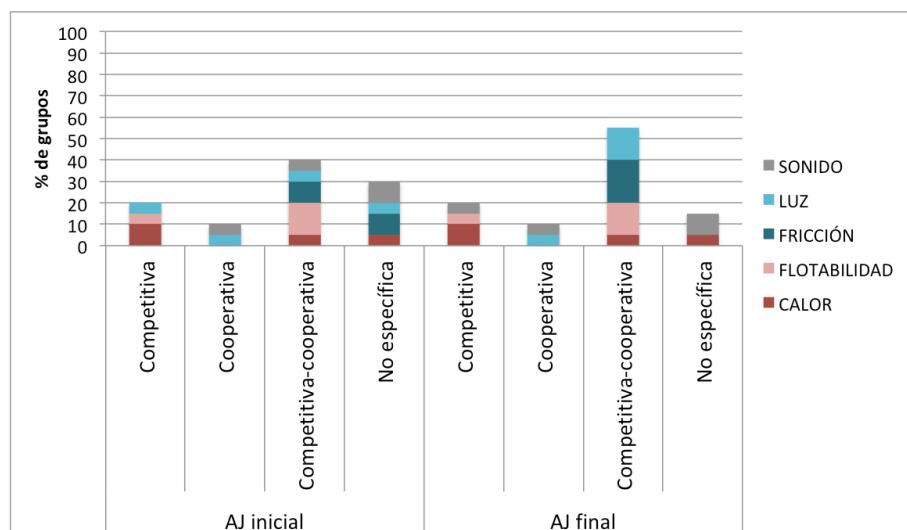


FIGURA 4
Relación entre participantes de las AJ inicial y AJ final por tema de ciencias

La asignatura ha permitido una mayor estructuración del tiempo, pero más flexibilidad en el uso de los materiales de las AJ. En general vemos como se tiene más en cuenta dar más capacidad de acción, dando más oportunidades para la toma de decisiones semiestructurando el material. En la Figura 5, podemos ver que al inicio de la asignatura la mayoría de AJ están muy estructuradas con relación al material (70%) y al tiempo (40%), es decir, que son juegos limitados por un tiempo concreto y se utiliza el material de forma específica sin posibilidad de variar su uso ni tomar decisiones en relación con el material. En cambio, en las AJ finales la estructura y semiestructura del tiempo aumenta ligeramente y el material se encuentra mayoritariamente semiestructurado (45%).

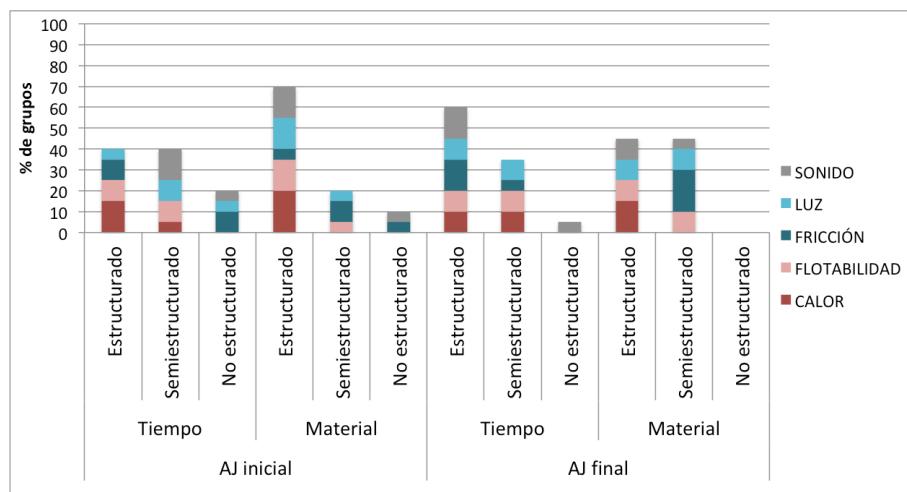


FIGURA 5

Estructura del material y el tiempo de las AJ inicial y final por tema de ciencias.

Destacan los grupos de transferencia del calor que tienden a ser AJ más estructuradas y competitivas. Un ejemplo es el juego de mesa final sobre transferencia del calor, delimitado con turnos de juego y el uso específico de dados y fichas. En cambio, los grupos de fuerza de fricción que tienden a semiestructurar las AJ y promover una relación cooperativa-competitiva.

Diseño de las acciones de la AJ

Las acciones físicas suaves como lanzar un dado son las que predominan en los diseños iniciales y finales, pero las acciones mentales de reflexión aumentan al finalizar la asignatura. En la Figura 6, vemos que el 90% de las AJ iniciales y 95% de las AJ finales prevén acciones físicas suaves como movimientos de piezas de los juegos de mesa o lanzamientos de piezas con texturas. El 50% de las AJ iniciales y 65% de las AJ finales están diseñadas para promover acciones mentales complejas que hagan reflexionar sobre una decisión a tomar o incluso crear una estrategia de juego simple. Es el caso de la adaptación del *quien es quien*, donde se debe pensar una pregunta sobre conductividad para descartar el máximo de opciones posibles.

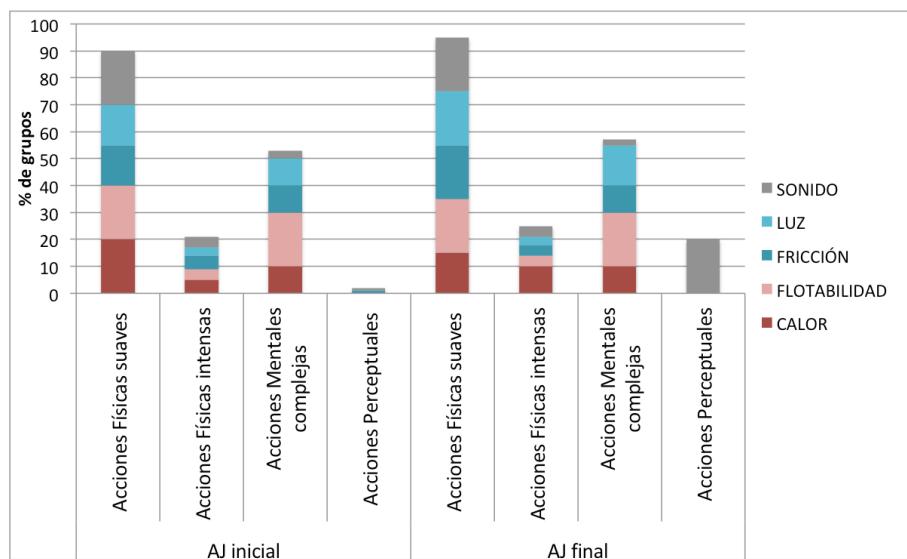


FIGURA 6
Acciones de juego de las AJ inicial y AJ final por tema de ciencias

Una vez más, vemos la relevancia del tema de ciencias ya que todas las AJ de sonido contemplan acciones perceptuales, relacionadas con escuchar, como la adaptación de la *gallinita ciega* o el *juego del teléfono*. Las AJ de fuerza de fricción y los dos juegos de construcción de flotabilidad destacan por tener acciones mentales complejas en todas las AJ finales, ya que sus normas promueven la capacidad de decisión a través de la estructuración del material, con una propuesta de materiales cerrada pero que potencia la toma de decisiones por parte del alumnado como hemos visto anteriormente.

El aumento de prácticas científicas nos indica que algunas AJ han aplicado aprendizajes de la asignatura sobre como el alumnado aprende a construir conocimiento científico desde el enfoque de Indagación Basada en Modelos.

En la Figura 7, las categorías de las acciones de las AJ en relación con la actividad científica escolar al inicio de la asignatura se caracterizan por su diseño centrado en el ámbito de los datos y los hechos y con escasas acciones del ámbito de las ideas. Conviene destacar también, que el 20% de la AJ iniciales no promueven ninguna práctica científica escolar. Por ejemplo, un juego tipo *breakout*, en el que se debe descubrir un código para abrir una caja a través de unos retos basados en la adivinanza y reproducción de contenido científico en lugar promover prácticas de indagación.

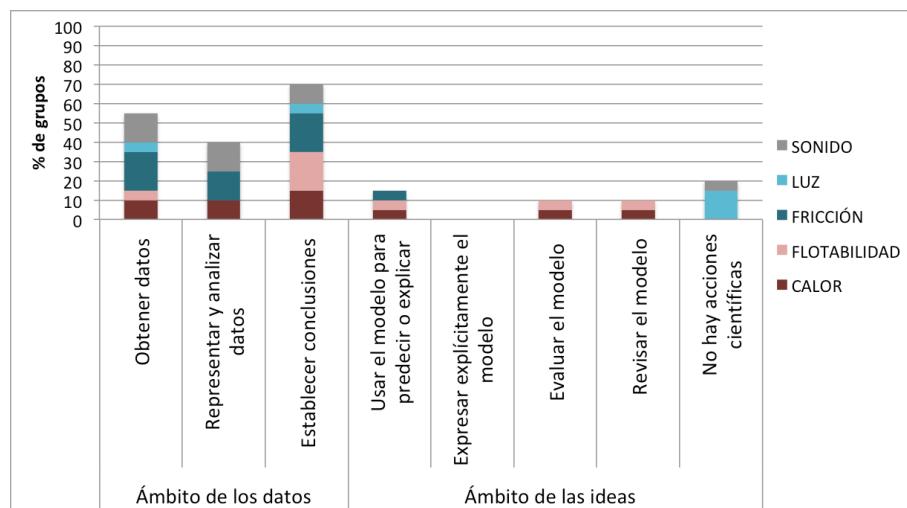


FIGURA 7
Acciones de la actividad científica escolar de las AJ inicial por tema de ciencias

Al final de la asignatura aumentan las acciones de actividad científica escolar en general, pero sobre todo las acciones del ámbito de las ideas provocando un mayor equilibrio entre categorías como vemos en la Figura 8. Como por ejemplo las AJ de fuerza de fricción que incorporan preguntas de explicación para promover el uso del modelo. Sin embargo, parece que se tienen menos en cuenta la AJ para promover acciones para expresar explícitamente el modelo (35%) a través de representaciones, evaluar (35%) y revisar el modelo (30%).

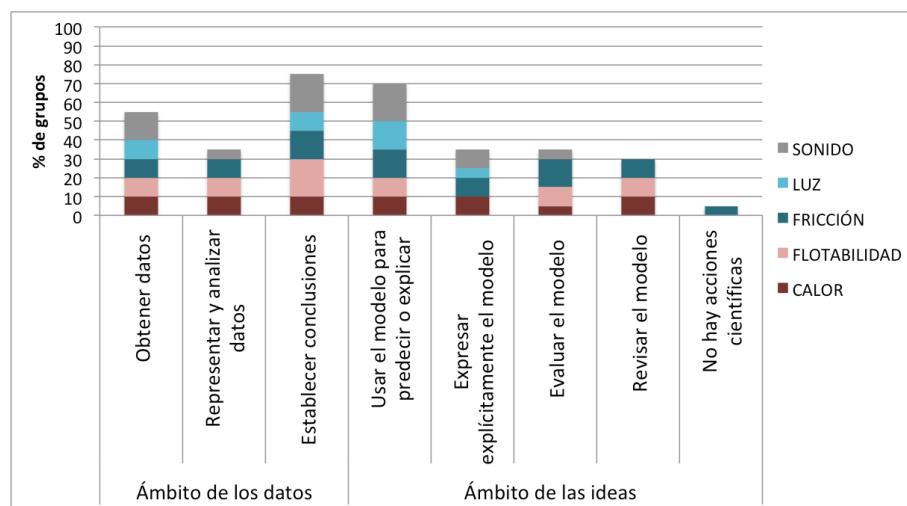


FIGURA 8
Acciones de la actividad científica escolar de las AJ final per tema de ciencias

CONCLUSIONES

Los resultados presentados indicarían que las AJ en las SEA ganan intencionalidad y función didáctica. En este sentido, parece que trabajar el ciclo de aprendizaje de Jorba y Casellas (1997) de manera explícita en la asignatura ha ayudado a dar una función didáctica no solo a la AJ, sino a todas las actividades de la secuencia. Dando respuesta a la pregunta de investigación 1, al final de la asignatura, la mayoría utilizan la AJ como a una actividad de aplicación o para introducir nuevos conocimientos.

Respondiendo a la segunda pregunta de investigación, se prevén cuatro aspectos a tener en cuenta. El primero sobre la tipología de juego, es importante destacar que no son juegos inventados, sino que versionan juegos conocidos tanto al inicio como al final de la asignatura. El segundo relacionado con la alineación de objetivos nos lleva a afirmar junto con Weitze (2014) que para diseñar un juego educativo se necesita dominar la integración del contenido didáctico y los elementos de juego. En este sentido, se han determinado dos tipologías diferentes de alineación de los objetivos lúdico y didáctico. En la primera tipología las AJ prevén un momento de juego y un momento de reflexión sobre la relación del juego con el contenido científico. En la segunda tipología las AJ intentan encontrar el equilibrio entre juego y ciencias en el mismo juego.

El tercer aspecto, relacionado con la tensión entre estructura y agencia (Roth y Tobin 2004) vemos que es un elemento clave para determinar la autonomía del alumnado (Young *et al.* 2012). A lo largo de la asignatura, se tiende a estructurar menos las AJ para dar más capacidad de acción al alumnado. Esta menor estructuración, sobre todo se concreta en cómo se gestiona el acceso a los materiales por parte del alumnado.

El cuarto aspecto en referencia al equilibrio entre las acciones de juego y acciones de actividad científica, vemos como la influencia de esta asignatura potenciaría que se promueva el contenido científico a través de la Indagación Basada en Modelos y en consecuencia ponen atención en diseñar más prácticas científicas. Podríamos decir que la tendencia al final de la asignatura es diseñar juegos más centrados en la actividad científica, que en el juego en sí mismo.

Finalmente, a la pregunta de investigación 3, podemos concluir que el profesorado en formación inicial diseña actividades de juego condicionado por la temática de ciencias, sobretodo en la parte lúdica; en la función didáctica, la tipología de juego, y las acciones de juego. En este sentido el tema de flotabilidad y fuerza de fricción son temas que han generado AJ con características muy parecidas.

Limitaciones del estudio e implicaciones educativas

Aunque es importante recordar que este estudio contempla únicamente el análisis de 40 AJ, hemos podido identificar cambios significativos en el diseño de las AJ en el contexto de nuestro programa formativo. Sin embargo, sería necesario realizar más estudios sobre el uso de la AJ en las planificaciones de aula en distintos contextos de formación inicial y permanente para comprender con más profundidad como los docentes usan las AJ para la enseñanza de las ciencias.

La asignatura analizada en este estudio tenía como objetivo principal confrontar y cambiar la visión de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de los y las estudiantes, y como objetivo secundario y de forma más limitada en el tiempo, se trabajó el rol que puede desempeñar el juego para enseñar y aprender ciencias. Los resultados muestran una evolución coherente con los objetivos, ya que fueron capaces de mejorar sus juegos siguiendo los criterios de la asignatura. Sin embargo, después de este estudio creemos que es necesario incidir sobre el diseño y la estructura de los juegos con más profundidad para que puedan tomar decisiones más conscientes sobre la relación entre el diseño del juego y las prácticas científicas que van a promover.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido financiada por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidad (PGC2018-096581-B-C21) en el marco del grupo de investigación ACELEC (2017SGR1399)

REFERENCIAS

Abt, C.C. (1970) *Serious Games*. New York: Viking.

- Abell, S.K., Appleton, K., Hanuscin, D.L. (2010) *Designing and Teaching the Elementary Science Methods Course*. New York: 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, Skövde.
- Appleton, K. (2006) Science pedagogical content knowledge and elementary school teachers. En K. Appleton (Ed.), *Elementary science teacher education: International perspectives on contemporary issues and practice* (pp. 31-54). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum in association with the Association for Science Teacher Education.
- Arnab, S., Lim, T., Carvalho, M.B., Bellotti, F., de Freitas, S., Louchart, S., Suttie, N., Berta, R., De Gloria, A. (2015) Mapping learning and game mechanics for serious games analysis. *British Journal of Educational Technology*, 46 (2), 391-411.
- 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.
- Chmiel, M. (2009) Game design towards scientific literacy. *International Journal Cognition and Technology*, 14(2)-15(1), 32-42.
- Cornellà, P., Estebanell, M., Brusi, D. (2020) Gamificación y aprendizaje basado en juegos. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 28(1), 5-19. <https://www.raco.cat/index.php/ECT/article/view/372920>
- 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.
- Crookall, D., Thorngate, W. (2009) Acting, knowing, learning, simulating, gaming. *Simulation & Gaming*, 40(1), 8-26.
- 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.
- Foncubierta, J.M., Rodríguez, C. (2014) *Didáctica de la gamificación en la clase de español*. Madrid: Edi Numen, 1-8.
- Franco, A.J., Cebrián, D., Rodríguez, N. (2021) Impact of a Training Programme on the e-rubric Evaluation of Gamification Resources with Pre-Service Secondary School Science Teachers. *Technology, Knowledge and Learning*, 1-34.
- Garfella Esteban, P.R., López Martín, R. (1997) *El Juego como recurso educativo: Guía antológica*. Valencia: Universidad de Valencia.
- Huizinga, J. (2012) *Homo Ludens* (3^a ed.). España: Alianza Editorial.
- Jiménez, I., Naranjo, M. (2016) *Preservice teacher knowladge application: From model-centred instrucción to lesson plan design*. Tesi doctoral-Universitat de Vic-Universitat Central de Catalunya.
- Jorba, J., Casellas, E. (1997) *Estrategias y técnicas para la gestión social del aula. Vol. I: La regulación y la autorregulación de los aprendizajes*. Barcelona: UAB-Síntesis.
- Juul, J. (2005) *Half-real: Video games between real rules and fictional worlds*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Kapp, K. M. (2012) *The Gamification of Learning and Instruction. Game-Based methods and strategies for training and education* (1st ed.). San Francisco: Pfeiffer.
- Klopfer, E., Osterweil, S., Salen, K. (2009) *Moving learning games forward*. Cambridge, MA: Education Arcade.
- Martí, J., Calafell, G., Junyent, M. (2016) *Perfiles d'activitat científica escolar en les planificacions d'estudiants de mestre d'educació primària: Canvis i continuitats*. Tesi doctoral - Universitat Autònoma de Barcelona, Departament de Didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals.
- Martínez-Chico, M., Jiménez Liso, M.R., López-Gay R. (2015) Efecto de un programa formativo para enseñar ciencias por indagación basada en modelos, en las concepciones didácticas de los futuros maestros. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 12(1), 149-166.
- Mayring, P. (2000) Qualitative Content Analysis. *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research*, 1(2). <https://doi.org/10.17169/fqs-1.2.1089>

- 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.
- Mellado, V., Borrachero, A., Dávila, M., Melo, L., Brígido, M. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 32, 11-36.
- Morris, B.J., Croker S., Zimmerman C., Gill D., Romig C. (2013) Gaming science: The «Gamification» of scientific thinking. *Frontiers in Psychology*, 4.
- 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.
- Prensky, M. (2001) *Digital game-based learning*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Ripoll, O. (2006) El juego como herramienta educativa. *Revista de intervención Socioeducativa Educación Social*, 33, 11-27.
- Roth, W., Tobin, K. (2004) Co-teaching: From praxis to theory. *Teacher and Teaching: Theory and Practice*, 10(2), 161–180.
- 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.
- 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.
- Staalduinen, J.P.v., Freitas, S.d. (2011) A game-based learning framework: Linking game design and learning outcomes. En Khine, M.S. (Ed.), *Learning to Play: Exploring the Future of Education with Video Games*, Peter Lang Publishing Inc.
- Van Nimwegen, C., Van Oostendorp, H., Wouters, P. (2012) GameDNA: A method to structure player actions in serious games. *Proceedings of the European Conference on Games-based Learning*.
- Weitze, C.L. (2014) Developing Goals and Objectives for Gameplay and Learning. En K. Schrier (Ed.), *Learning, Education and Games: Volume One: Curricular and Design Considerations* (Vol. 1, pp. 225-249). Carnegie Mellon University ETC Press.
- Werbach, K., 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, 61–89.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Para citar este artículo: Martín-Ferrer, L., Amat, A., Espinet, M. (2022) Aprender a diseñar juegos para la enseñanza de las ciencias en la formación inicial de maestras y maestros en educación primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 19(3), 3601. doi:10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i3.3601