

Artículo de Investigación

Abordar la Historia y la Naturaleza de la Ciencia en la Formación Inicial del Profesorado mediante una Secuencia Didáctica basada en un Juego de Cartas

Addressing the History and Nature of Science in Initial Teacher Education through a Teaching Sequence based on a Card Game

Lourdes Aragón¹: Universidad de Cádiz, España.

lourdes.aragon@uca.es

Juan José Vicente: Universidad de Cádiz, España.

juanjose.vicente@uca.es

Fecha de Recepción: 06/06/2024

Fecha de Aceptación: 17/07/2024

Fecha de Publicación: 28/10/2024

Cómo citar el artículo

Aragón, L. y Vicente, J. J. (2024). Abordar la Historia y la Naturaleza de la Ciencia en la Formación Inicial del Profesorado mediante una Secuencia Didáctica basada en un Juego de Cartas [Addressing the History and Nature of Science in Initial Teacher Education through a Teaching Sequence based on a Card Game]. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 01-20. <https://doi.org/10.31637/epsir-2024-418>

Resumen

Introducción: Existe un consenso sobre la importancia de comprender la Naturaleza de la Ciencia (NdC) como componente clave de la alfabetización científica y tecnológica de la ciudadanía. Los aspectos que engloban este metaconcepto no son fáciles y muchas veces resultan alejados de los estudiantes. La Historia de la Ciencia (HdC) proporciona excelentes ejemplos para comprender muchos aspectos de la NdC. **Metodología:** En este trabajo se presenta una Secuencia Didáctica (SD) basada en un juego de cartas adaptado al juego "TimeLine" como recurso innovador para aplicar conocimientos de NdC e HdC. La SD fue implementada con futuros/as docentes de Educación Primaria para despertar su interés hacia

¹ Autor Correspondiente: Lourdes Aragón. Universidad de Cádiz (España).

estos conocimientos. Se caracteriza la SD y se analiza el grado de satisfacción de los estudiantes usando una escala tipo Likert. **Resultados:** Los resultados evidencian que muchos de los aspectos evaluados reciben valoraciones positivas principalmente sus expectativas antes del juego y las percepciones de su propio aprendizaje. **Discusión:** El tamaño de efecto (1,344) indicó que el juego de cartas superó notablemente sus expectativas mostrando una mejora significativa desde el inicio hasta el final del juego. **Conclusión:** Se concluye que los estudiantes reconocen el componente innovador del juego y su repercusión en la aplicabilidad futura del recurso.

Palabras clave: aprendizaje basado en juegos; formación inicial del profesorado; historia de la ciencia; motivación; naturaleza de la ciencia.

Abstract

Introduction: There is a consensus on the importance of understanding the Nature of Science (NoS) as a key component of citizens' scientific and technological literacy. The aspects encompassing this meta-concept are not accessible and often remote from students. The History of Science (HoS) provides excellent examples for understanding many aspects of NoC. **Methodology:** This paper presents a Teaching Sequence (TS) based on a card game adapted from the game "TimeLine" as an innovative resource for applying knowledge of NoC and HoS. The TS was implemented with prospective primary school teachers to awaken their interest in this knowledge. The TS is characterised, and the degree of student satisfaction is analysed using a Likert-type scale. **Results:** The results show that many of the evaluated aspects are positively rated, mainly their expectations before the game and their perceptions of their learning. **Discussion:** The effect size (1,344) indicated that the card game significantly exceeded their expectations, showing a significant improvement from the beginning to the end of the game. **Conclusions:** It is concluded that students recognise the innovative component of the game and its impact on the future applicability of the resource.

Keywords: game-based learning; initial teacher education; history of science; motivation; nature of science.

1. Introducción

A día de hoy, comprender los aspectos de la Naturaleza de la Ciencia (NdC) es considerado como uno de los elementos clave para lograr una Alfabetización Científica y Tecnológica (ACyT) de la ciudadanía, ya que su conocimiento, adecuado o no, es en el que las personas se basan para valorar las cuestiones públicas que involucran a la ciencia y a la tecnología (Acevedo *et al.*, 2017). Los estudios iniciados en los años 90, como el de Porlán y Martín del Pozo (1996), exponen las razones por las cuales se consideran necesarias conocer las creencias y las concepciones que mantienen los docentes sobre la imagen de la ciencia. Por un lado, las concepciones sobre NdC de los profesores determinan el modelo de ciencia que transmiten a sus estudiantes (Lederman, 1992). Por otro, esas creencias podrían guardar cierta relación con el modelo de enseñanza que los docentes poseen a la hora de impartir sus clases (Perafán y Adúriz-Bravo, 2002). Aunque la primera hipótesis sigue siendo vigente, los numerosos intentos de contrastar la segunda no han sido concluyentes (Akerson y Abd-El-Khalick, 2003, Mellado *et al.*, 2007). También, parecen influir en las concepciones que presenta el alumnado y que parecen contribuir a formar y/o reforzar la imagen de la ciencia del público en general. Otra razón es que muchos de los profesores participan de los mitos científicos dominantes en nuestra sociedad, por ejemplo, de lo científico como lo absoluto y verdadero, o la visión de los expertos como seres infalibles. Porlán y Martín del Pozo (1996) añadían una dificultad más relacionada con la escasa incidencia que se hace durante la formación inicial y permanente de las propias concepciones científicas que poseen los docentes, lo que acentúa una comprensión

de la imagen deformada, que, de forma general, se mantiene sobre la ciencia o de la forma de trabajar de la comunidad científica.

La NdC es un término complejo, además de evolutivo en el tiempo, que aglutina una diversidad de aspectos relacionados con diferentes disciplinas como la filosofía, la sociología y la Historia de la Ciencia (HdC) entre otras (Vázquez *et al.*, 2001). La HdC, por otro lado, se refiere a la ciencia en distintos momentos de la historia, a las biografías de los científicos y científicas y a la historia de los conceptos, ideas y de las teorías científicas. De Leal Castro, (2022) indica que la HdC es una metadisciplina, con un enorme valor didáctico en la enseñanza de las ciencias, sobre todo, a la hora de abordar los diversos conocimientos que engloban a la NdC. El concepto de NdC integra características de la ciencia emanadas de reflexiones hechas por científicos, filósofos, sociólogos, historiadores y educadores en ciencia que engloban aspectos tan diversos como los métodos de la ciencia y el papel de la creatividad, las leyes y teorías como productos de la ciencia, el funcionamiento de la ciencia, los valores, la comunidad científica o las relaciones entre ciencia-tecnología-sociedad, entre otros (García-Carmona, 2014).

Por tanto, como se ha señalado anteriormente, considerar la NdC como objeto de aprendizaje en la formación inicial del profesorado es importante por las propias implicaciones didácticas que esto posee. Por otra parte, las investigaciones realizadas en las dos últimas décadas han mostrado con claridad que tanto el alumnado como gran parte del profesorado de ciencias no tienen, en general, una buena comprensión de la NdC (Caamaño, 2006; Lederman, 1992; Lederman y Lederman, 2019). Otros estudios siguen constatando en este sentido, los bajos niveles de comprensión de la NdC en docentes en formación inicial (Cobo *et al.*, 2020; 2021), lo cual justifica en gran parte la necesidad de buscar enfoques y recursos educativos e innovadores que permitan abordar estos conocimientos con un mayor éxito. En este contexto, toma especial relevancia promover propuestas formativas e innovadoras que ayuden al profesorado, tanto en formación inicial como permanente, a adquirir una comprensión básica de aspectos de la NdC.

Estas mejoras educativas parecen tener una fuerte implicación en lo que se denomina el Conocimiento Didáctico del Contenido (CdC) sobre la NdC de los futuros docentes y docentes en activo (Acevedo-Díaz y García-Carmona, 2016). Sin embargo, no es suficiente con que los profesores de ciencias mantengan una comprensión adecuada de la NdC para poder enseñarla. Acevedo (2010) hace especial énfasis en la necesidad de que el docente se sienta cómodo con su propio discurso sobre la NdC, se crea capaz de enseñarla y desee hacerlo, aspectos que conectan con lo que se denomina la dimensión afectiva del CdC (Park y Oliver, 2008). Así, los profesores necesitan disponer de conocimiento sobre estrategias y recursos que permitan representar los diferentes aspectos de la NdC, para adaptarlos a los diversos intereses y capacidades de sus estudiantes. Acevedo (2010) sugiere algunos contextos útiles para la enseñanza de la NdC, entre estos se encuentran:

- Actividades de indagación científica e investigaciones científicas auténticas.
- Asuntos tecno-científicos controvertidos con interés social y cuestiones socio-científicas de la construcción del conocimiento científico.
- Ejemplos y episodios ofrecidos por la HdC simplificados de la práctica científica que permitan ilustrar las principales características de la NdC.

Además, se incluye una cuarta línea de innovación emergente como es la enseñanza de NdC a través de entornos lúdicos y desde la estrategia de Aprendizaje Basada en Juegos (ABJ) (Manassero-Mas *et al.*, 2021; Vázquez y Manassero, 2017). Diversos estudios indican la necesidad de un tratamiento explícito para mejorar la comprensión de la NdC frente a enfoques implícitos (Acevedo, 2009; Deng *et al.*, 2011; Lederman, 2007). De acuerdo a Vázquez y Manassero (2017) la enseñanza explícita de NdC consiste en planificar de forma clara los objetivos, contenidos, actividades y evaluación usados en la enseñanza de conocimientos sobre NdC y en realizar preguntas claves a los estudiantes para reflexionar sobre lo realizado a partir de investigaciones científicas (Lederman y Lederman, 2014).

Respecto al ABJ o ludificación, está experimentando un crecimiento exponencial en la última década como estrategia para el aprendizaje, sobre todo en las primeras etapas educativas (de 3 a 6 años), si bien, esta estrategia parece estar menos presente a lo largo de otras etapas educativas de primaria y secundaria (Hernández del Barco *et al.*, 2021). El uso de juegos educativos puede ser una estrategia eficaz para la enseñanza de las ciencias, ya que los juegos proporcionan un entorno de aprendizaje activo que mejora la participación y la motivación de los estudiantes (Spandler, 2016). De acuerdo a Vázquez y Manassero (2017), se aplica con el objeto de mejorar los resultados de aprendizaje en conocimientos, habilidades y actitudes siendo una estrategia valiosa principalmente, para transformar aprendizaje que pueden ser más difíciles o aburridos para los estudiantes, incentivando la motivación de estos de una manera más natural. Desde la didáctica de las ciencias, el uso de juegos para mejorar el conocimiento sobre NdC e HdC se encuentra aún en un estado muy incipiente y son escasos los trabajos que existen en esta línea (Manassero *et al.*, 2021). En este sentido, el presente trabajo pretende contribuir en la línea de innovación docente a través del diseño de una SD que emplea un recurso didáctico basado en un juego de cartas, con el objetivo, de involucrar y motivar a los futuros docentes de Educación Primaria a aplicar conocimientos vinculados a la NdC e HdC. Para ello, se proponen los siguientes objetivos:

- 1) Caracterizar la secuencia didáctica (SD) diseñada e implementada en una asignatura del Grado en Educación Primaria, describiendo la inserción del juego de cartas "Cronociencia", adaptado del juego "TimeLine". Se detallarán el procedimiento seguido, los elementos utilizados y las normas del juego, según lo definido por los docentes de la asignatura.
- 2) Valorar el grado de satisfacción de los estudiantes al finalizar la SD a través de una escala tipo Likert en la que los participantes expresan su opinión sobre diversos aspectos relacionados con la innovación y aplicabilidad de la misma.

2. Metodología

Este estudio se contextualiza en la formación inicial de maestros y maestras de Educación Primaria. El recurso se ha sido integrado como innovación docente en una SD diseñada desde la asignatura de Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza II (DCN2) en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Cádiz (España). Se trata de una asignatura obligatoria, de 6 créditos ECTS, impartida en el cuarto curso del Grado en Educación Primaria durante el segundo semestre. En este estudio han participado un grupo de clase de 54 estudiantes (33 chicas y 21 chicos) organizados por 9 equipos de trabajo, de entre 5 a 7 componentes. Para conocer la valoración del grado de satisfacción de los estudiantes, los docentes emplearon como instrumento de recogida de información un cuestionario basado en una escala de estimación con un total de 9 ítems (anexo 1). Los estudiantes debían valorar cada ítem utilizando una escala tipo Likert de 5 niveles (1 nada; 5: mucho). Los aspectos a valorar fueron: el interés, expectativas del juego, antes y después, percepción del propio aprendizaje,

componente innovador, presentación del juego, aplicabilidad del recurso en proyección al aula de educación primaria, realización del trabajo en equipo y satisfacción personal. Esta escala fue completada por un total de 50 estudiantes.

Respecto al procedimiento de análisis de las valoraciones del alumnado la escala diseñada proporcionó información sobre los distintos aspectos referentes a la innovación introducida en la asignatura de DCN2. Se adoptó un enfoque integral de análisis que incluyó varias etapas. En primer lugar, se realizó un análisis descriptivo a partir de las frecuencias, porcentajes, medias y desviaciones estándar para ofrecer una visión general de las tendencias y variaciones. A continuación, se verificó la normalidad de los datos mediante el test de Shapiro-Wilk, lo cual permitió determinar la idoneidad de aplicar pruebas paramétricas. Con estos datos, se llevó a cabo una comparación paramétrica entre las expectativas de los estudiantes antes y después de la aplicación del juego de cartas utilizando una prueba t para muestras relacionadas, con el objetivo de detectar diferencias significativas. Además, se utilizó un diagrama de Sankey para visualizar la evolución de las respuestas, facilitando la comprensión de los cambios en sus expectativas. Finalmente, se analizó la relación existente entre el grado de satisfacción para los distintos aspectos considerados en el instrumento de recogida de información mediante la correlación de Pearson.

3. Resultados

3.1. Caracterización de la SD: procedimientos y normas del juego

3.1.1 Estructura de la SD diseñada e implementada

La SD se implementó en el bloque 2 de los cuatro que conforman la asignatura de DCN2, durante cuatro semanas del curso 23/24. Los contenidos abordados fueron la Historia y Naturaleza de la Ciencia como base para la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias en Educación Primaria (UCA, 2019). La SD se fundamenta en principios socioconstructivistas, fomentando el trabajo en equipo y la construcción conjunta de conocimiento con puestas en común y explicitación de ideas. Se utilizaron sesiones de gran grupo y de grupo pequeño. La SD se estructuró a través de 6 sesiones con un total de 10 actividades (Tabla 1):

Tabla 1.

Secuencia de actividades del bloque 2 de la asignatura de DCN2 para el curso 23/24

Sesión	Actividad	Descripción/ Organización
	-	Presentación del bloque 2, criterios de evaluación, contenidos y el juego de cartas como innovación/GG
1	Act. 1	Cuestionario inicial de ideas previas sobre NdC /I
	Act. 2	Reflexión sobre diferencias entre NdC y Ciencia de la Naturaleza. Nociones sobre qué es la HdC y la NdC / ET.
2	Act. 3	¿Por qué es importante aprender/enseñar NdC e HdC? /GG Origen de la Ciencia /ET
3	Act. 4	Presentación del informe a realizar sobre la HdC y elaboración del mazo de cartas por parte del alumnado/ET
4	Act. 5	Aspectos de la NdC con la lectura de Semmelweis y la fiebre/ ET
	Act. 6	Aspectos de la NdC con la lectura de Rosalind Franklin y la doble hélice del ADN) / ET
	Act. 7	Foro de discusión en el campus virtual con la invención de la imprenta para discutir la relación entre ciencia y tecnología /ET

5	Act. 8	¡Jugamos!: presentación del juego, normas y dinámica. Reflexión sobre la innovación introducida /ET
6	Act. 9	Implicaciones didácticas de las conclusiones de la NdC e HdC al aula de Educación Primaria / ET
	Act. 10	Reflexión personal de los aprendizajes sobre NdC e HdC y valoración del grado de satisfacción sobre la innovación /I

Nota: GG= gran grupo; ET=equipos de trabajo; I=Individual

Fuente: Elaboración propia (2024).

En la sesión 1 la docente presentó al alumnado la innovación a introducir en el bloque 2 de la asignatura y les explicó que se utilizaría como recurso didáctico un juego de cartas adaptado del “Timeline” consistente en dos mazos de cartas. Se les indicó que uno de esos mazos del juego sería elaborado por ellos mismos como producto final de un trabajo de búsqueda de información sobre aspectos de la HdC. En la sesión 3, la docente concretó cómo se debería elaborar el mazo de cartas. Para ello, el alumnado, por equipos de trabajo, debería elaborar un informe a partir de una revisión histórica y epistemológica de cómo ha evolucionado el conocimiento de un tema concreto de ciencias a lo largo de la historia. Estos temas fueron seleccionados de acuerdo a los saberes básicos del currículo actual de Educación Primaria (Real Decreto 157/2022, del 1 de marzo de 2022): el suelo, la salud, el sistema Sol-Tierra, los animales, las plantas, los ecosistemas, la cultura científica, el ciclo del agua y fuerzas y sus efectos. Se trata, por tanto, de un trabajo de investigación bibliográfica sobre cómo han evolucionado los conocimientos científicos del tema elegido. El informe solicitado a cada equipo debía recoger los siguientes aspectos:

- Orígenes de estos conocimientos (cuando surgen las primeras teorías o explicaciones sobre ese conocimiento científico).
- Evolución de los mismos (distintos modelos, teorías o explicaciones a lo largo de la historia).
- Eventos o descubrimientos significativos que supongan un avance en la construcción de ese conocimiento científico.
- Principales dificultades a las que se ha enfrentado la ciencia (sociales, tecnológicas y complejidad del conocimiento).
- Los/as principales científicos/as de la materia a lo largo de la historia.
- Desarrollo de inventos y tecnologías que hayan permitido el avance del conocimiento.

La actividad 4 tenía como producto final la elaboración de un total de 9 cartas a partir de la información recabada para el informe. Para cada punto abordado en el informe se debía diseñar una carta y 3 cartas más, a elegir libremente sobre alguno de los aspectos indicados de la HdC. Para la elaboración de las cartas, los docentes proporcionaron el diseño de las mismas a través de una plantilla en formato ppt (Figura 1).

Figura 1.

Plantilla para elaborar el mazo de cartas por los estudiantes sobre un tema de ciencias del currículo de Educación Primaria.



Fuente: Elaboración propia a partir de la plantilla en:

<https://www.pinterest.es/pamierdasdeforos/plantillas-cartas/> (2024).

3.1.2 Procedimiento y normas del juego "Cronociencia"

Al comienzo de la sesión 5 se presentó al alumnado los distintos elementos que componen el juego: caja con el logo, sistema de fichas, los dos mazos de cartas, una elaborada por los equipos de trabajo sobre los eventos de la HdC y el otro mazo, diseñado por los docentes sobre distintos aspectos de la NdC y el tablero (Figura 2A, 2B).

Figura 2.

Elementos del juego: A) Caja con logo, fichas para el sistema de puntuación y dos mazos de cartas y B) Tablero del juego.



Fuente: Elaboración propia (2024).

En el reverso de este se encuentran las normas del juego propuestas por los docentes (Figura 3A).

Figura 3.

Reglas del juego en el reverso del tablero

Reglas del Juego "Cronociencia" (L&J)		
1. Preparación	2. Objetivos y ganador/a	3. Desarrollo del juego
<ul style="list-style-type: none"> Mezcla ambos mazos de cartas (afirmaciones de NdC y de eventos históricos) por separado y colócalos boca abajo sobre la mesa. Coloca el tablero de juego en el centro de la mesa. Este tiene tres espacios para las cartas de NdC y en el reverso, las normas del juego para consultar y leer antes de comenzar. Hay fichas de dos colores distintos para puntuar: fichas verdes para el mazo de eventos históricos (valen 1 pto) y fichas rojas para el mazo de afirmaciones NdC y valen 2 ptos. Estas se situaran en el centro de la mesa. Cada jugador/a recibirá una mano inicial de 5 de cartas del mazo de eventos históricos. ¡Ojo! No le des la vuelta a la carta. 	<ul style="list-style-type: none"> Construir una línea de tiempo cronológica correcta colocando los eventos históricos en orden. Las fechas de personas siempre será su fecha de nacimiento. Identificar las afirmaciones de la NdC según cada visión. Cada espacio del tablero se corresponde con una visión distinta: ingenua (Aristarco de Samos); visión algo informada (Galileo) y visión informada (Einstein). Se finaliza la ronda cuando un jugador/a se quede sin cartas de eventos históricos para construir la línea del tiempo. Se jugarán tres rondas y se sumarán los puntos totales. El que tenga más puntos gana el juego. <p style="text-align: center;">¿Quién será el ganador/a?</p>	<ul style="list-style-type: none"> La línea del tiempo se inicia con la primera carta del mazo de eventos históricos. Comienza el jugador/a más joven, y se sigue en el sentido de las agujas del reloj. En su turno, cada jugador/a elige una de sus 5 cartas de eventos históricos y la coloca en la línea de tiempo en la posición que considera que ocurrió el evento (derecha o izquierda de la carta inicial). Luego, le da la vuelta, si acierta, ganará un punto (ficha verde). A continuación, coge una carta del mazo de NdC, la colocará en el espacio del tablero que considere. Luego, le dará vuelta, si acierta, recibirá una ficha roja (2 ptos). Si falla la carta de eventos históricos colocará la carta en su lugar correcto de la línea del tiempo y robará otra carta del mazo de eventos. No podrá coger ninguna carta del mazo de NdC terminando su turno. <p style="text-align: center;">¿Qué sabes sobre la historia y la Naturaleza de la Ciencia?</p>

Fuente: Elaboración propia (2024).

La baraja de cartas de la NdC, está formada por las visiones sobre NdC que presentan graduados de ciencias que realizan el máster en profesorado de educación secundaria de la Universidad de Cádiz antes y después de cursar un módulo de HdC y NdC (Vicente *et al.*, 2022). En este estudio, se empleó un cuestionario abierto de 9 ítems, que fue adaptado para la actividad 1 de la SD. En este estudio se elaboró y validó una rúbrica de análisis de tres niveles que se correspondían con visiones ingenuas, visiones intermedias o de transición y visiones próximas a visiones consideradas adecuadas desde los consensos alcanzado sobre NdC. Las respuestas de los estudiantes de este estudio clasificadas en cada uno de estos niveles para cada una de las cuestiones que engloban la NdC tratadas en las actividades 5, 6 y 7 de la SD, fueron empleadas para las afirmaciones del mazo de carta que se clasifican en el juego en tres tipos: visión ingenua (imagen de Aristarco de Samos), visión algo informada (imagen de Galileo Galilei) o una visión informada (imagen de Albert Einstein) sobre diversos aspectos de la NdC. Se crearon así un total de 48 cartas siguiendo el formato que se muestra en la Figura 4.

Figura 4.

Diseño del mazo de cartas para aspectos de la NdC.



Fuente: Elaboración propia (2024).

Antes de abrir las cajas, los docentes explicaron la dinámica del juego: los estudiantes debían organizarse en las mesas de juego, formadas por 5 personas compuesta por un miembro de cada equipo de trabajo para poder competir entre miembros de distintos equipos. En los grupos de 7 personas, dos de ellos actuaron de observadores/as externos. Se propuso dos rondas (dependiendo del tiempo) para que los observadores/as pudieran ir cambiando y de este modo todos los estudiantes jugaran. El papel de los observadores fue velar por el buen funcionamiento del juego, anotar los puntos, y documentar la dinámica del juego con videos y registro fotográfico. Una vez formadas las mesas de juego, se procedió de la siguiente manera. En primer lugar, se les hizo entrega de la caja de juego; se les indicó que uno/a de los participantes leyera en voz alta las reglas del juego (detrás del tablero) y coloraran todo sobre la mesa: mazos de cartas, tableros y fichas de dos colores para la puntuación (figuras 5A y 5B). Se les recordó no hacer trampas, esto es, no mirar el reverso de las cartas para ver la respuesta correcta. Se recordó el papel de los observadores/as.

El juego contempla un sistema de bonificación para los equipos ganadores. Así, se otorga una puntuación de 0,25 puntos a los miembros del equipo que haya logrado más puntos, y otros 0,25 puntos al equipo que haya ganado más partidas. Una vez finalizado el juego, por equipos, los estudiantes realizaron una actividad para evaluar los elementos y la dinámica seguida en el juego.

Figura 5.

Procedimiento del juego Cronociencia:

A) *preparación de todos los elementos del juego y lectura de las reglas;*

B) *Desarrollo del juego con la creación de una línea del tiempo y las cartas de afirmaciones de la NdC.*



Fuente: Elaboración propia (2024)

3.2. Valoración del grado de satisfacción del alumnado participante

A continuación, se presenta el análisis descriptivo realizado que incluye frecuencias, porcentajes, medias de grado de satisfacción y desviaciones estándar para cada una de las preguntas del instrumento de valoración del grado de satisfacción de los estudiantes (Tabla 2).

Del análisis de los resultados se observa que en general, la mayoría de los aspectos evaluados reciben valoraciones positivas (4 y 5 en la escala de satisfacción). Sin embargo, se obtiene una excepción notable en las preguntas 2 y 4. La pregunta 2, que aborda las expectativas propias antes del juego, muestra un porcentaje acumulado del 78% para el nivel 3 de satisfacción, indicando expectativas moderadas. Por otro lado, la pregunta 4, que evalúa la percepción de los estudiantes sobre su propio aprendizaje, muestra un porcentaje acumulado del 28% para el mismo nivel. Al analizar las medias y desviaciones estándar, se observa que las preguntas 1 (interés durante el juego), 3 (expectativas con el recurso tras el juego), 5 (componente innovador del recurso), 7 (aplicabilidad en futura acción docente) y 9 (satisfacción global) reciben evaluaciones consistentemente positivas, con desviaciones estándar cercanas o inferiores a 0,6. En contraste, las preguntas 4 (percepción del propio aprendizaje), 6 (presentación del juego) y 8 (trabajo colectivo durante la experiencia) muestran una mayor variabilidad en las respuestas, con desviaciones estándar cercanas a 0,7 o superiores. Destaca especialmente la pregunta 2, sobre las expectativas propias antes del juego, donde se observa la mayor dispersión en las respuestas.

Resulta particularmente interesante estudiar cómo han evolucionado las expectativas del alumnado antes y después del juego de cartas (preguntas 2 y 3). Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk para verificar la normalidad de los datos ($w=0,87$, $p<0,001$ y $w=0,757$, $p<0,001$ respectivamente), y la prueba t de muestras emparejadas confirmó diferencias estadísticas significativas entre las expectativas antes y después del juego ($t=8,945$, $p<0,001$). Además, el tamaño del efecto calculado mediante el índice d de Cohen (1,344) indica una magnitud considerable del cambio en las expectativas, sugiriendo que el juego de cartas superó notablemente las expectativas de los estudiantes.

Tabla 2.
Análisis de frecuencia, media y desviación estándar para cada ítem considerado

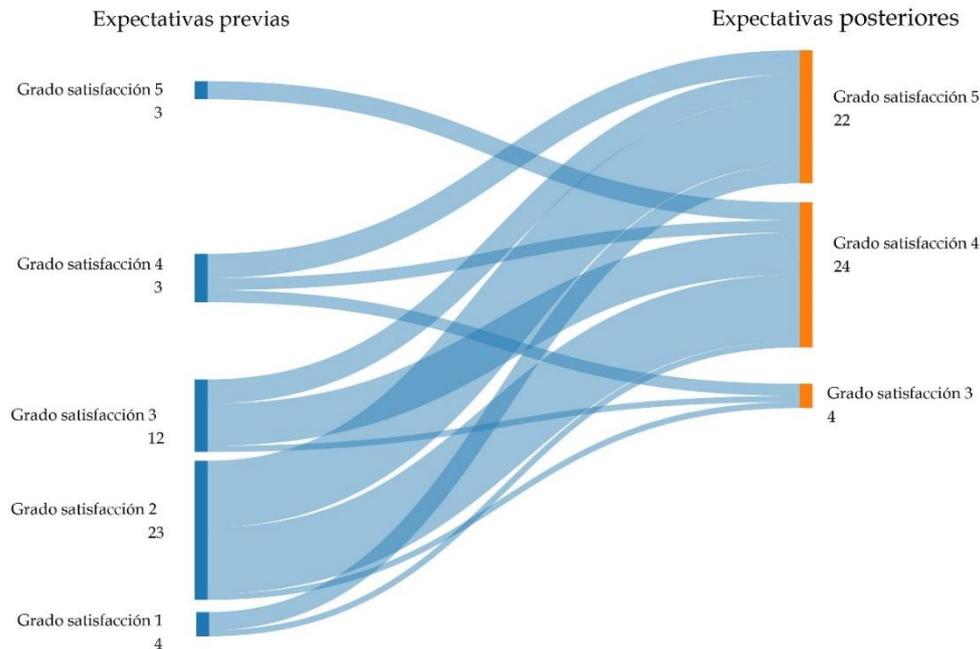
Pregunta	Grado satisfacción	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado	Media	Desv. Estándar
P1	3	2	4	4	4,3	0,544
	4	31	62	66		
	5	17	34	100		
P2	1	4	8	8	2,66	1,042
	2	23	46	54		
	3	12	24	78		
	4	8	16	94		
	5	3	6	100		
P3	3	4	8	8	4,36	0,631
	4	24	48	56		
	5	22	44	100		
P4	2	1	2	2	3,84	0,681
	3	13	26	28		
	4	29	58	86		
	5	7	14	100		
P5	3	2	4	4	4,36	0,563
	4	28	56	60		
	5	20	40	100		
P6	2	2	4	4	4,36	0,875
	3	7	14	18		
	4	12	24	42		
	5	29	58	100		
P7	3	3	6	6	4,46	0,613
	4	21	42	48		
	5	26	52	100		
P8	2	1	2	2	4,22	0,708
	3	5	10	12		
	4	26	52	64		
	5	18	36	100		
P9	3	2	4	4	4,44	0,577
	4	24	48	52		
	5	24	48	100		

Fuente: Elaboración propia.

Para estudiar el cambio en las expectativas experimentadas tras la sesión de juego, la Figura 6 presenta un diagrama de Sankey que permite visualizar y comparar la evolución de las expectativas de los estudiantes antes y después de la actividad. Este diagrama facilita la comprensión de cómo han cambiado las expectativas, mostrando claramente los flujos de los niveles de satisfacción iniciales a los niveles posteriores.

Figura 6.

Diagrama Sankey ilustrando la evolución en la frecuencia del grado de expectativas respecto al juego de cartas antes y después de la actividad



Fuente: Elaboración propia.

Antes de la sesión con el juego de cartas, las expectativas del alumnado eran muy bajas, siendo la valoración mayoritaria de 2 en una escala de cinco niveles, lo que se corresponde con expectativas moderadas. Además, se detectaron cuatro alumnos cuyas expectativas eran muy bajas (nivel 1). El diagrama de Sankey muestra que para la gran mayoría de los estudiantes sus expectativas se vieron superadas. Aunque se observa una disminución puntual en las expectativas, esto ocurre principalmente en estudiantes con expectativas iniciales muy altas que reducen su grado de satisfacción de nivel 5 a 4 o de nivel 4 a 3. Por otro lado, es casi anecdótico el número de alumnado que mantuvieron sus expectativas en el mismo nivel. La gran mayoría evolucionó positivamente, incluso desde los niveles más bajos (1 y 2), es decir, aquellos que partían de expectativas bajas o moderadas, hasta un nivel 5, indicando que sus expectativas fueron superadas.

Con el fin de analizar la relación existente entre el grado de satisfacción para los distintos aspectos considerados en el instrumento de recogida de información, se ha realizado una correlación de Pearson. Los resultados de este análisis se presentan en la matriz de correlaciones en la Tabla 3, lo que permite identificar y comprender las interrelaciones entre las preguntas. Las preguntas 3 (expectativas con el recurso tras el juego), 5 (componente innovador del recurso) y 7 (aplicabilidad en futura acción docente) muestran varias correlaciones positivas significativas entre sí y con otras variables. La correlación más fuerte observada es entre la pregunta 3 y la pregunta 9 (satisfacción final) ($r = 0.453$, $p = 0.001$), lo que indica que unas expectativas altas tras la realización del juego se relacionan con una alta satisfacción a nivel global. La relación entre la pregunta 5 (componente innovador del recurso) y la pregunta 7 (aplicabilidad en futura acción docente) también es significativa y positiva, lo cual es lógico ya que un componente innovador puede influir en la percepción de su aplicabilidad futura.

Tabla 3.

Matriz de Correlaciones de Pearson entre las preguntas para evaluar la satisfacción

		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
P1	Correlación de Pearson	1	-0,104	0,214	0,242	-0,027	0,240	0,006	-0,016	0,091
	Sig. (bilateral)		0,471	0,136	0,090	0,854	0,093	0,966	0,913	0,530
P2	Correlación de Pearson		1	-0,244	0,066	0,004	0,159	-0,038	0,242	0,186
	Sig. (bilateral)			0,087	0,651	0,977	0,269	0,795	0,091	0,196
P3	Correlación de Pearson			1	0,327*	0,317*	0,056	0,354*	-0,044	0,453*
	Sig. (bilateral)				0,021	0,025	0,698	0,012	0,762	0,001
P4	Correlación de Pearson				1	0,153	0,064	0,180	0,117	0,287*
	Sig. (bilateral)					0,288	0,657	0,211	0,419	0,044
P5	Correlación de Pearson					1	0,187	0,397*	-0,100	0,005
	Sig. (bilateral)						0,193	0,004*	0,488	0,972
P6	Correlación de Pearson						1	0,180	0,067	0,003
	Sig. (bilateral)							0,212	0,643	0,982
P7	Correlación de Pearson							1	0,044	0,281*
	Sig. (bilateral)								0,761	0,048*
P8	Correlación de Pearson								1	0,258
	Sig. (bilateral)									0,071
P9	Correlación de Pearson									1
	Sig. (bilateral)									

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05.

Fuente: Elaboración propia.

4. Discusión

En primer lugar, es importante limitar el alcance de la innovación presentada en este trabajo ya que el principal propósito es diseñar un recurso didáctico integrado en una SD, que permita aplicar a los futuros maestros y maestras de educación primaria, contenidos vinculados a la NdC e HdC de una manera innovadora. Al mismo tiempo, se considera relevante emplear estrategias y herramientas didácticas que puedan ser transferidas, aunque adaptadas, a sus futuras prácticas educativas, es decir, que estos puedan utilizar para enseñar y abordar estos conocimientos. Los resultados obtenidos de las valoraciones dadas por los estudiantes, parecen apuntar a que estos consideran adecuado dicho recurso y que utilizarían en sus futuras clases.

Otro aspecto interesante obtenido del análisis de las respuestas de los estudiantes, es el impacto que parece tener la innovación del juego de cartas en relación al ámbito afectivo. Teniendo en cuenta además que este se trata de un componente esencial para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias (Dávila Acedo *et al.*, 2015). Así, la adaptación del juego de cartas empleado parece lograr y despertar emociones positivas en los estudiantes como el interés, las expectativas tras jugar y la satisfacción general. Estos resultados coinciden con otros estudios que utilizan el juego como innovación para abordar conocimientos epistémicos (Manassero *et al.*, 2021; Manassero y Vázquez, 2023; 2024). Otras experiencias didácticas para abordar otros temas científicos, como el reciclaje y los fundamentos de la química verde, evidencian que los juegos de cartas parecen tener una mayor utilidad para lograr motivar al alumnado que para comprender los procesos involucrados. En el estudio realizado por Miller *et al.* (2019), el 100% del alumnado encuestado

tras el juego, indicó estar de acuerdo o muy de acuerdo, en la afirmación “Me gustó jugar al Green Machine” respecto al 42% que indicó estar de acuerdo o muy de acuerdo con la afirmación “Jugar a Green Machine mejoró mis habilidades de pensamiento sistémico”, siendo este un objetivo de aprendizaje. Por lo que, en este sentido, es interesante atender a lo que Spandler (2016) expresa respecto a la necesidad de integrar el juego con otros contenidos de la asignatura, o vincularlos a otras actividades que estén basados en incentivos (por ejemplo, de evaluación), de cara a lograr que los estudiantes no solo se motiven, sino que también adquieran los aprendizajes que se marcan como objetivo del propio juego. Esta cuestión también lo plantean Martín-Ferrer *et al.* (2002), que indican la necesidad de explorar otras formas que permitan alinear los objetivos lúdicos con los educativos, y mejorar los diseños de los juegos, que deberían ser más educativos que lúdicos.

Otros estudios más recientes como el realizado por Manassero *et al.* (2024), basados en juegos epistémicos, esto es, centrados en la resolución de problemas de una manera real, explícita y reflexiva, constatan resultados satisfactorios en cuanto al aprendizaje sobre la NdC. Los autores de este estudio obtuvieron una mejora moderada en cuanto a la imagen de la ciencia en estudiantes de educación primaria, y permiten mejorar aspectos sencillos de la NdC. También constatan algunas debilidades de este recurso, y es la enorme impulsividad que presenta el alumnado por buscar recompensas de una forma inmediata (ganar pronto), lo que minimiza la reflexión, aspecto esencial para una adecuada comprensión de la NdC.

Para finalizar, se quiere incidir en la necesidad de seguir profundizando en el uso del juego como recurso innovador para abordar conocimientos sobre la HdC y NdC integrados en secuencias didácticas, y desde la formación inicial del profesorado. Es relevante analizar en qué medida el juego de cartas, presentado en este trabajo, permite mejorar el aprendizaje sobre la HdC y en qué aspectos de la NdC. O bien, si estos aprendizajes poseen alguna implicación con respecto a mejorar el CdC de los estudiantes. En este sentido, se propone enfocar este estudio desde un marco de investigación emergente en didáctica de las ciencias como es la Investigación Basada en el Diseño (Guisassola *et al.*, 2021) en la línea de otros trabajos que evalúan la eficacia de intervenciones didácticas en torno a la comprensión de la NdC y del CdC de los futuros docentes (Cobos *et al.*, 2023).

5. Conclusiones

Las conclusiones de este estudio corroboran el gran interés mostrado por los estudiantes después de llevar a cabo el juego de cartas. Si bien, el análisis de sus valoraciones evidencia que, al inicio, en general, sus expectativas eran bajas o moderadas, respecto al final, que se vieron ampliamente superadas. Como primera conclusión, se puede decir, que, de manera consistente, la satisfacción general hacia la innovación fue alta, al igual que el interés que han sentido los alumnos durante el propio juego y sus expectativas finales. Una segunda conclusión, es que parece existir un acuerdo en las respuestas de los estudiantes, en reconocer el componente innovador del juego y su aplicación como recurso docente, así como en su utilidad en su futura acción docente. Sin embargo, hay una mayor variabilidad a la hora de valorar la presentación del juego, materiales empleados y diseño del mismo. Por lo que no se puede determinar con claridad si este se trata de un elemento clave para lograr una mejor inmersión de los estudiantes a la propia dinámica del juego. Se obtiene así una tendencia similar, respecto a la visión sobre el trabajo colectivo, presentando también una mayor dispersión en las respuestas. Finalmente, se concluye que las valoraciones más bajas y con mayor dispersión se dan en las expectativas previas. Sobre todo, atendiendo a las expectativas iniciales que mantenían al inicio de la misma, siendo estas más bajas y moderadas, que las expresadas al finalizar la SD. Se considera relevante seguir en esta línea, y utilizar instrumentos de evaluación a lo largo de toda la SD que permitan valorar lo que autores como

Tena y Couso (2023) denominan la validez y utilidad del recurso empleado, esto es, el impacto de los juegos para abordar conocimientos sobre NdC e HdC en la línea de estudios recientes (Manassero y Vázquez, 2023; 2024). Por otro lado, se requiere profundizar en cuáles podrían ser las causas del aumento del interés y expectativas tras el juego y si estas inciden en la utilidad y adaptabilidad del recurso en su futura labor como docentes.

6. Referencias

- Acevedo, J. A. (2009). Enfoques explícitos versus implícitos en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(3), 355-386.
- Acevedo, J. A. (2010). Formación del profesorado de ciencias y enseñanza de la Naturaleza de la Ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(3), 653-660.
- Acevedo, J. A. y García-Carmona, A. (2016). Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado. Tendencias sobre la naturaleza de la ciencia en la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(1), 3-19.
- Acevedo, J. A., García-Carmona, A. y Aragón, M. M. (2017). Historia de la ciencia para enseñar Naturaleza de la Ciencia: una estrategia para la formación inicial del profesorado de ciencia. *Educación Química*, 28, 140-146. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eq.2016.12.003>
- Akerson, V. L. y Abd-El-Khalick, F. (2003). Teaching elements of nature of science: A yearlong case study of a fourth-grade teacher. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(10), 1025-1049. <https://doi.org/10.1002/tea.10119>
- Caamaño, A. (2006). La comprensión de la Naturaleza de la Ciencias. *Alambique*, 43-51.
- Cobo, C., Abril, A. M. y Romero, M. (2020). Indagación reflexiva e historia de la ciencia para construir una visión adecuada sobre la naturaleza de la ciencia en formación inicial de profesorado. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 48, 13-31. <https://doi.org/10.17227/ted.num48-10934>
- Cobo-Huesa, C., Abril, A. M. y Ariza, M. R. (2021). Investigación basada en el diseño en la formación inicial de docentes para una enseñanza integrada de la naturaleza de la ciencia y el pensamiento crítico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(3), 3801. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i3.3801
- Dávila Acedo, M. A., Borrachero Cortés, A. B., Cañada Cañada, F., Martínez Borreguero, G. y Sánchez Martín, J. (2015). Evolución de las emociones que experimentan los estudiantes del grado de maestro en educación primaria, en didáctica de la materia y la energía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(3), 550-564. <http://hdl.handle.net/10498/17609>
- Deng, F., Chen, D. T., Tsai, C. C. y Chai, C. S. (2011). Students' views of the nature of science: A critical review of research. *Science Education*, 95(6), 961-999. <https://doi.org/10.1002/sce.20460>
- García-Carmona, A. (2014). Naturaleza de la ciencia en noticias científicas de la prensa: análisis del contenido y potencialidades didácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 493-509. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1307>

- García-Carmona, A., Vázquez Alonso, Á. y Manassero-Mas, M. A. (2012). Comprensión de los estudiantes sobre Naturaleza de la Ciencia: análisis del estado actual de la cuestión y perspectivas. *Enseñanza de las Ciencias*, 30(1), 23-34.
- Guisasola, J., Ametller, J. y Zuza, K. (2021). Investigación basada en el Diseño de Secuencias de Enseñanza-Aprendizaje: una línea de investigación emergente en Enseñanza de las Ciencias. *Revista Eureka sobre enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), 1801-1818. http://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1801
- Hernández del Barco, M., Corbacho Cuello, I. y Sánchez Martín, J. (2021). Estudio comparativo de diferentes estrategias de aprendizaje basado en juegos: rendimiento emocional de maestros en formación durante el aprendizaje de las ciencias. *Revista Internacional de Pesquisa em Didática das Ciências e Matemática*, 2, 1-25. <http://hdl.handle.net/10662/20769>
- Leal Castro, A. (2022). Hacia un uso “abierto” de la Historia de la Ciencia (HC) para abordar la Naturaleza de la Ciencia (NdC) en la Enseñanza de las Ciencias. *Boletim da AIA-CTS*, 16, 34-38.
- Lederman, N. G. y Lederman, J. S. (2019). Teaching and learning nature of scientific knowledge: Is it Déjà vu all over again? *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1. 1-9. <https://doi.org/10.1186/s43031-019-0002-0>
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. En S. K. Abell y N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 831-879). Lawrence Erlbaum Associates.
- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: a review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331-359.
- Manassero-Mas, M.A. y Vázquez-Alonso, Á. (2023). Enseñar y aprender a pensar sobre la naturaleza de la ciencia: un juego de cartas como recurso en educación primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 20(2). https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i2.2202
- Manassero-Mas, M. A. y Vázquez-Alonso, Á. (2024). El impacto de los juegos epistémicos para aprender sobre Naturaleza de la Ciencia en primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 42(2), 173-195.
- Martín-Ferrer, L., Amat, A. y 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. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i3.3601
- Mellado, V., Bermejo, M. J., Blando, L. J. y Ruiz, C. (2007). The classroom practice of a prospective teacher and his conceptions of nature of science and of teaching and learning Science. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6, 37-62.
- Miller, J. L., Wentzel, M. T., Clark, J. H. y Hurst, G.A. (2019). Green Machine: A Card Game Introducing Students to Systems Thinking in Green Chemistry by Strategizing the

- Creation of a Recycling Plant. *Journal of Chemical Education*, 96(12), 3006-3013.
<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00278>
- Park, S. y Oliver, J. S. (2008). Revisiting the conceptualisation of Pedagogical Content Knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. *Research in Science Education*, 38(3), 261-284.
- Perafán, G. y Adúriz-Bravo, A. (Eds.) (2002). *Pensamiento y conocimiento de los profesores*. Universidad Pedagógica Nacional/Colciencias.
- Porlán, R. y Martín, R. (1996). Ciencia, profesores y enseñanza: unas relaciones complejas. *Alambique*, 8, 23-32.
- Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria. 1 de marzo de 2022. Boletín Oficial del Estado, No. 157. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/03/01/157/con>
- Spandler, C. (2016). Mineral Supertrumps: A New Card Game to Assist Learning of Mineralogy. *Journal of Geoscience Education*, 64(2), 108-114.
<https://doi.org/10.5408/15-095.1>
- Tena, È. y Couso, D. (2023). ¿Cómo sé que mi secuencia didáctica es de calidad? Propuesta de un marco de evaluación desde la perspectiva de Investigación Basada en Diseño. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 20(2), 2801.
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i2.2801
- Universidad de Cádiz. (2019). *Memoria del Título de Grado en Educación Primaria por la Universidad de Cádiz*. <https://bit.ly/4bozRCU>
- Vázquez, Á., Acevedo, J. A., Manassero, M. A. y Acevedo, P. (2001). Cuatro paradigmas básicos sobre la naturaleza de la ciencia. *Argumentos de Razón Técnica*, 4, 135-176.
<http://hdl.handle.net/11441/21704>
- Vázquez-Alonso, A. y Manassero-Mas, M.A. (2017). Juegos para enseñar la naturaleza del conocimiento científico y tecnológico. *Educación*, 53, 149-170.
<https://doi.org/10.5565/rev/educar.839>

Anexo 1.

Escala de valoración tipo Likert para conocer la satisfacción de los participantes sobre la innovación introducida en la asignatura de DCN2

Ítem	1	2	3	4	5
Interés	El juego no generó ninguna emoción o conexión afectiva. No me sentí interesado/a o involucrado/a durante el juego.	Hubo algunas partes del juego que despertaron algo de emoción o conexión afectiva, pero en general no fue muy emocionante o significativo para mí.	El juego tuvo un equilibrio entre momentos emocionantes y aburridos. No generó una fuerte conexión emocional, pero tampoco fue completamente desinteresante.	Me sentí emocionado/a y conectado/a emocionalmente durante la mayoría del juego. Hubo momentos que realmente disfruté y que me hicieron sentir involucrado/a	El juego me generó una gran emoción y conexión afectiva. Me sentí completamente involucrado/a durante todo el juego y disfruté cada momento de la experiencia.
Expectativas antes del juego	Expectativas poco claras o bajas	Expectativas moderadas, pero no muy altas	Expectativas medianamente altas	Expectativas altas y prometedoras	Expectativas excepcionalmente altas y emocionantes
Expectativas después del juego	Expectativas no cumplidas	Expectativas cumplidas solo parcialmente	Expectativas en su mayoría cumplidas	Expectativas superadas en gran medida	Expectativas excedidas más allá de lo esperado
Percepción del propio aprendizaje	No percibió aprendizaje personal	Percepción mínima o limitada	Percepción moderada de aprendizaje personal	Percepción significativa y beneficiosa	Percepción sustancial y transformadora del aprendizaje
Componente innovador	Carece de elementos innovadores	Pocos elementos innovadores	Algunas ideas innovadoras	Notablemente innovador	Excepcionalmente innovador y creativo
Presentación del juego (formato, logo, tablero, diseño cartas)	Presentación descuidada y poco atractiva	Presentación básica pero funcional	Presentación buena y atractiva	Presentación excelente y profesional	Presentación excepcional y cautivadora
Aplicabilidad como recurso futuro con adaptaciones a primaria	No es útil como recurso futuro	Algunas posibilidades de adaptación, pero limitadas	Potencial para ser adaptado y utilizado	Altamente aplicable con adaptaciones	Excepcionalmente adecuado y valioso como recurso
Realización de un trabajo colaborativo	Trabajo colaborativo inexistente o muy deficiente	Algún esfuerzo de colaboración, pero limitado o poco efectivo	Esfuerzo moderado de trabajo colaborativo	Trabajo colaborativo destacable y significativo	Trabajo colaborativo excepcional y altamente efectivo
Satisfacción final	No se experimentó satisfacción alguna	Satisfacción mínima o insatisfactoria	Satisfacción moderada al finalizar el juego	Satisfacción alta y gratificante	Satisfacción excepcional y gratificante en gran medida

Fuente: Elaboración propia

CONTRIBUCIONES DE AUTORES/AS, FINANCIACIÓN Y AGRADECIMIENTOS

Contribuciones de los/as autores/as:

Conceptualización: Aragón, Lourdes y Vicente, Juan José, **Software:** Vicente, Juan José. **Análisis formal:** Vicente, Juan José; **Diseño e implementación de la SD:** Aragón, Lourdes y Vicente, Juan José; **Redacción-Preparación del borrador original:** Aragón, Lourdes; **Redacción-Re- visión y Edición:** Aragón, Lourdes y Vicente, Juan José. **Todos los/as autores/as han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito:** Aragón, Lourdes y Vicente, Juan José.

Financiación: Esta investigación no recibió financiamiento externo.

Agradecimientos: Agradecemos a los estudiantes del grupo C de 4º curso del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Cádiz que cursaron la asignatura de DCN2 por su implicación y participación durante el juego.

Conflicto de intereses: no procede.

AUTOR/ES:

Lourdes Aragón

Universidad de Cádiz, España.

Licenciada y Doctora en Ciencias de Mar por la Universidad de Cádiz. Profesora Contratada Doctor en el Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Cádiz. Miembro del grupo de investigación “Desarrollo Profesional del Docente HUM 462”. Docente en los Grados en Educación Infantil y Educación Primaria, y en el Máster en Investigación Educativa para el Desarrollo Profesional del Docente. Coautora de libros colectivos como “Modelizar en las clases de ciencias” y “STEAM en el huerto”. Entre sus líneas de investigación están el huerto universitario como contexto de aprendizaje para desarrollar competencias científicas y de recursos innovadores para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias en la formación inicial del profesorado.

lourdes.aragon@uca.es

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0003-3062-9734>

Scopus ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=22955562600>

Google Scholar: <https://scholar.google.es/citations?user=szk3qLQAAAAJ&hl=es>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/L-Aragon>

Juan José Vicente

Universidad de Cádiz, España.

Licenciado y Doctor en Química por la Universidad de Cádiz. Profesor Contratado Doctor en el Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Cádiz. Miembro del grupo de investigación “Desarrollo Profesional del Docente HUM 462”. Docente en el Grados de Educación Primaria, y en el Máster en Profesorado de Educación Secundaria. Coautor de libros colectivos como “Modelizar en las clases de ciencias” y “El juego de rol como estrategia para desarrollar habilidades de pensamiento crítico”. Entre sus líneas de investigación están el estudio de las creencias sobre naturaleza de la ciencia y el impacto sobre éstas del diseño e implementación de procesos formativos.

juanjose.vicente@uca.es

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-7498-0214>

Scopus ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=24460890800>

Google Scholar: <https://scholar.google.es/citations?user=dlozsh0AAAAJ&hl=es>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Juan-Vicente>