

Análisis del aprendizaje, emociones y percepciones de maestros en formación inicial al jugar con *Conoce a tus polinizadores*

María del Mar López-Fernández 

Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Huelva. España.
mdelmar.lopez@ddi.uhu.es

Verónica Torres-Blanco 

Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Sevilla. España.
vtorresblanco@us.es

[Recibido: 13 febrero 2024, Revisado: 17 septiembre 2024, Aceptado: 11 noviembre 2024]

Resumen: La biodiversidad y, en particular, los polinizadores se encuentran gravemente amenazados debido al cambio climático. Los estudiantes, como agentes activos de nuestra sociedad, deben ser conocedores de dichos problemas sociocientíficos logrando así un aprendizaje significativo. El Aprendizaje Basado en Juegos favorece la adquisición de contenidos, competencias y habilidades científicas. El objetivo de este estudio es analizar los aprendizajes, las emociones y las percepciones de maestros en formación inicial del Grado en Educación Infantil y del Grado en Educación Primaria, de la Universidad de Málaga, al jugar con *Conoce a tus polinizadores*, creado y publicado por la Comisión Europea en el 2020. Para ello, los participantes cumplieron un cuestionario de conocimientos y percepciones del aprendizaje antes, después y al mes de la implementación del juego; un cuestionario de valoraciones de emociones; y otro sobre valoración del juego, tras su realización. Las respuestas fueron analizadas y se realizaron diferentes pruebas estadísticas. Aunque el juego presenta aspectos positivos como la reflexión sobre la importancia de trabajar esta cuestión en el aula, siendo sencillo, útil, atractivo e interesante; se señalan aspectos de mejora, como adaptar el juego a edades tempranas y enriquecer la variedad de especies polinizadoras.

Palabras clave: Aprendizaje Basado en Juegos; Polinizadores; Maestros en Formación Inicial; Conoce a tus polinizadores.

Analysis of the learning, emotions and perceptions of initial teacher trainees when playing with *Know Your Pollinators*

Abstract: Biodiversity and, in particular, pollinators are under serious threat due to climate change. Students, as active agents of our society, must be aware of these socioscientific problems and thus achieve meaningful learning. Game-Based Learning favours the acquisition of scientific content, competences and skills. The aim of this study is to analyse the learning, emotions and perceptions of Initial Training Teachers of the Degree in Early Childhood Education and the Degree in Primary Education, of the University of Málaga, when playing with *Know your pollinators*, created and published by the European Commission in 2020. To do so, participants completed a questionnaire on knowledge and perceptions of learning before, after and one month after the implementation of the game; a questionnaire on emotions; and another on the assessment of the game, after its implementation. The answers were analysed and different statistical test were carried out. Although the game presents positive aspects such as reflection on the importance of working on this issue in the classroom, being simple, useful, attractive and interesting, aspects for improvement are pointed out, such as adapting the game to early ages and enriching the variety of pollinating species.

Keywords: Game-Based Learning; Pollinators; Pre-Service Teachers; 'Know your pollinators'.

Para citar este artículo: López-Fernández, M. M. y Torres-Blanco, V. (2025) Análisis del aprendizaje, emociones y percepciones de maestros en formación inicial al jugar con *Conoce a tus polinizadores*. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 22(1), 1501. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2025.v22.i1.1501

Introducción

El proceso de polinización está relacionado con las abejas, sin embargo en la Península Ibérica tenemos otros grupos diferentes de animales que participan en esta labor (Stefanescu et al., 2018). La polinización es una parte importante del ciclo de vida. De este proceso depende la reproducción de las plantas silvestres, la supervivencia de las especies vegetales, así como la de otros organismos y la preservación de la biodiversidad vegetal (Sosenski y Domínguez, 2018).

Algunos estudios (Dicks et al., 2021; Nath et al., 2023; Potts et al., 2010) describen los graves impactos a los que se enfrentan los polinizadores. La agricultura constituye uno de ellos. El monocultivo, caracterizado por la ausencia de biodiversidad vegetal, impide el desarrollo de la actividad polinizadora (Nath et al., 2023). Además, las grandes extensiones de cultivos intensivos favorecen las plagas. Por este motivo, el uso de pesticidas es común en la industria agrícola. Se ha demostrado que una inadecuada práctica puede tener efectos letales para la propagación de animales polinizadores, como los insectos, desembocando en la disminución del rendimiento de los cultivos y, en consecuencia, del número de semillas (Martin y Arenas, 2018).

Actualmente, la destrucción del hábitat, debido al uso antropológico del medio, es otro impacto importante sobre numerosas especies, entre las que se encuentran los polinizadores. Este problema va en aumento (Sala et al., 2000). La pérdida de ecosistemas implica la reducción de hábitats y de recursos para la supervivencia. Esto conduce a una disminución en el número y biodiversidad de seres vivos, puesto que el tamaño del ecosistema, así como la relación entre ellos, también es importante (Nath et al., 2023).

Otros de los grandes impactos negativos sobre los polinizadores son la contaminación con sustancias tóxicas, la disminución de biodiversidad, la introducción de especies exóticas, la homogeneización de las especies vegetales y los patógenos (Lázaro y Tur, 2018). Los factores que provocan la pérdida de polinizadores son múltiples y están interrelacionados entre ellos (Potts et al., 2010).

El cambio climático es la amenaza global para la biodiversidad en general y los polinizadores en particular (Martinet et al., 2021). Obeso y Herrera (2018) han llegado a la conclusión de que, debido al cambio climático, los polinizadores están desplazando sus áreas de distribución como consecuencia del aumento de la temperatura, lo que puede desembocar en un desajuste con respecto a las plantas con las que establecen relaciones. Los cambios en la fenología de la floración y en los rasgos funcionales involucrados, pueden causar alteraciones en la interacción planta-polinizador y, por consiguiente, en el éxito de la polinización y la reproducción de las plantas (Trunschke et al., 2024).

La biodiversidad en el entorno natural, así como los alimentos del mundo, están en riesgo. Los desafíos inherentes a la polinización revelan la necesidad de que las instituciones educativas se impliquen en la búsqueda de soluciones a este problema.

Marco teórico

El Aprendizaje Basado en Juegos (ABJ) es la metodología que utiliza juegos para provocar aprendizajes significativos en el estudiantado (Cornellà et al., 2020). Esta estrategia no solo es atractiva para los estudiantes (Gómez et al., 2004; López-Fernández et al., 2021), sino que el profesorado también lo valora favorablemente. Yélamos (2022), en un estudio realizado con docentes de las etapas de educación primaria y secundaria en España, indica

que la mayoría de los docentes son proclives a la utilización del ABJ y lo perciben como algo positivo para el aprendizaje significativo del alumnado.

Existen diferentes formas de utilizar los juegos y sus elementos en los procesos de enseñanza-aprendizaje, como por ejemplo, mediante la gamificación, que consiste en utilizar alguno de sus elementos para diseñar experiencias atractivas y motivadoras para los estudiantes (Cornellà et al., 2020). Otra posibilidad son los juegos de simulación, donde se recrea en el aula una situación con diferentes roles, para que los estudiantes apliquen aprendizajes de manera práctica (Hierrezuelo-Osorio et al., 2023; López-Fernández et al., 2021; López-Fernández y Franco-Mariscal, 2023; Pons y de Soto, 2020). En los juegos de mesa, que también son frecuentes en el aula, es necesario dominar los conocimientos de interés para poder participar en la partida (López-Fernández y Franco-Mariscal, 2019; Corbacho et al., 2023; Duval et al., 2019; Manassero y Vázquez, 2023). En las últimas décadas han tomado gran relevancia los juegos digitales. Videojuegos, juegos en línea o juegos de realidad virtual están cada vez más presentes en la educación (Evaristo, 2016; Padilla et al., 2012; Urquiza et al., 2016).

En las etapas de infantil y primaria, los juegos fomentan la participación activa del estudiantado, porque requieren que tomen decisiones, resuelvan problemas y realicen acciones (Andrade, 2020; Solas et al., 2023). Esto es lo que contribuye a mantener la atención y el compromiso con el aprendizaje, siendo más activo y participativo. Además, el ABJ puede promover un aprendizaje razonado, con sentido y capacidad de aplicación en la vida cotidiana (López-Fernández y Franco-Mariscal, 2019). Sumado a ello, los juegos requieren de la actuación dentro de un grupo, fomentando la colaboración, el trabajo en equipo, la comunicación y la cooperación (Vargas et al., 2015).

Esta metodología se emplea en el aprendizaje de diversas áreas como las Lenguas Extranjeras (González y Álvarez, 2022), la Informática (Vargas et al., 2015), la Geografía y la Historia (Marrón, 2001), la Farmacología (Blanco, 2020) o las Matemáticas (Zabala et al., 2020), entre otras. En la enseñanza de las ciencias, se ha demostrado que puede favorecer la adquisición de habilidades, competencias y contenidos científicos en las primeras etapas educativas (Andrade, 2020; Cornellà et al., 2020; Solas et al., 2023). La participación activa que promueven los juegos puede llevar a una mejor comprensión y retención de conceptos científicos (López-Fernández et al., 2021). Algunos ejemplos sobre aprendizajes de temas relacionados con la biología, lo encontramos en Corbacho et al. (2023), donde indican que el juego de mesa presentado sobre microorganismos mejora el nivel de conocimientos de los participantes; o en López-Fernández y Franco-Mariscal (2019), con un juego de mesa que promueve el aprendizaje de las leyes de la herencia y la transmisión de los grupos sanguíneos, mediante el sistema AB0. Estos autores coinciden en que el aprendizaje a través del juego puede ser una estrategia útil para desarrollar la motivación, ya que es divertido y atractivo, aumentando el interés por aprender ciencia.

El enfoque academicista en la enseñanza de las ciencias, basado en la transmisión de contenidos, ha excluido el dominio afectivo del alumnado, considerándolo inapropiado y acientífico (Mellado et al., 2014). Esto ha conllevado que, a medida que avanzan de curso, el alumnado va desarrollando actitudes indeseables hacia la ciencia, poniéndose de manifiesto la falta de motivación e interés (Dávila et al., 2015). Esta percepción, además del bajo rendimiento académico, dificulta el aprendizaje significativo (Pons y de Soto, 2020). Las actitudes aparecen en forma de espejo en los Maestros en Formación Inicial (MFI), los cuales presentan desconfianza y rechazo hacia las ciencias, considerándolas aburridas, difíciles de aprender y haciéndoles sentir incómodos cuando tienen que

enseñarlas (Sánchez et al., 2018; Vázquez y Manassero, 2007). Además, la morfología de la mayoría de las especies de insectos suscita en los MFI emociones desactivadoras del aprendizaje y, por consiguiente, falta de interés sobre los mismos (Gómez et al., 2020). Por tanto, es necesario buscar estrategias metodológicas que fomenten un cambio en sus emociones y el ABJ se presenta como una pieza clave propiciando emociones positivas hacia las ciencias. Hernández et al. (2021) indican que, para lograr un mayor compromiso del alumnado con la asignatura, es fundamental dinamizar los contenidos teóricos. Esto permitirá crear un ambiente positivo en el aula, propicio para un aprendizaje significativo y contribuirá a fortalecer la confianza en los futuros maestros.

Tomando como punto de partida la metodología del ABJ, en 2020, la Comisión Europea, dentro de la «Iniciativa de la Unión Europea sobre los polinizadores» (Comisión Europea, 2018) publica un juego de cartas llamado *Conoce a tus polinizadores* con datos básicos de los insectos más representativos, con el objetivo de darlos a conocer, como medida contra su disminución en la Unión Europea. Para comprender el proceso de la polinización, con relevancia socioambiental, es esencial conocer a los polinizadores y sus características claves (Eugenio, 2022; Puig y Gómez, 2021). La disminución en el número de estas especies constituye un problema sociocientífico complejo y actual, debido a numerosos factores relacionados con la actividad humana: contaminación, uso de insecticidas, agricultura, alimentación, economía, salud, etc., junto con otras cuestiones ambientales (sequía, cambio climático, aumento de temperatura, etc.); además de no presentar una solución simple ni única (Watanabe, 2008).

Transferir los problemas sociocientíficos al aula es una oportunidad para aproximar la naturaleza de la ciencia a los estudiantes y lograr un aprendizaje significativo a través de la toma de decisiones sobre la cuestión planteada, trabajando factores sociales, cognitivos y emocionales (Díaz y Jiménez-Liso, 2012; Puig y Gómez, 2021).

Objetivos y preguntas de investigación

El objetivo de este estudio es analizar los aprendizajes, las emociones y las percepciones de los MFI al jugar con *Conoce a tus polinizadores*, creado y publicado por la Comisión Europea en el 2020. Para ello, se han definido las siguientes preguntas de investigación:

(P1) ¿Qué aprendizajes adquieren los MFI sobre polinizadores tras la realización del juego?

(P2) ¿Qué emociones sienten los MFI durante el juego?

(P3) ¿Cuáles son las percepciones de los MFI sobre la enseñanza-aprendizaje de los polinizadores, la valoración del juego y las posibles mejoras?

Descripción del juego educativo

En 2018, la Comisión Europea publicó la *Iniciativa de la Unión Europea sobre los polinizadores* (Comisión Europea, 2018) estableciendo un conjunto de medidas divulgativas entre las que se encuentran las campañas de sensibilización. Así pues, con la finalidad de darlos a conocer, se publicó en 2020, en todos los idiomas de la Unión Europea, un juego de cartas llamado *Conoce a tus polinizadores*, pudiendo solicitar su envío de forma gratuita y/o descargarlo desde su web (<https://op.europa.eu/es/publication-detail/-/publication/f229629c-c0c5-11ea-855a-01aa75ed71a1>).

El juego incluye una baraja de 32 cartas con especies pertenecientes a ocho tipos de polinizadores. Cada carta incluye la siguiente información para una especie (Figura 1):

- Nombre común y científico.
- Status de peligro de extinción: Ninguno, No es preocupante, Ten cuidado y En riesgo; representado con emoticonos.
- Tipo de polinizador: abejas (13), mariposas (4), polillas (4), moscas (6), escarabajos (1), moscas de sierra/avispa portasierra (1), trips (1) y avispas (2).
- Dibujo característico de un individuo.
- Características de la especie clasificadas en cinco categorías: tamaño (longitud del ala en milímetros), aportación a los alimentos (importancia para los cultivos que producen alimentos como frutas, semillas o frutos secos), importancia para las flores silvestres (cuánto dependen de los polinizadores para producir semillas y frutos), movilidad (distancia que recorre) y aguijón (disponer de él y si su picadura duele).
- Breve descripción sobre algunas de las características que le hacen peculiar.



Figura 1. Ejemplos de cartas del juego *Conoce a tus polinizadores* (Comisión Europea, 2018).

El juego también incluye cartas adicionales con información sobre qué son los polinizadores; por qué están en peligro; por qué necesitamos a los polinizadores; las abejas melíferas; e ideas de actividades complementarias para docentes que se puedan realizar en el aula o la casa, en el exterior o durante alguna excursión para seguir aprendiendo.

Para comenzar a jugar (Figura 2), se reparte, entre los jugadores, toda la baraja con las cartas hacia abajo de forma que cada uno tiene un mazo de cartas, pero sólo puede ver la primera de ellas. El jugador a la izquierda del que reparte comienza leyendo una categoría de su primera carta, por ejemplo el tamaño del polinizador. A continuación, el resto de jugadores leen el valor de la misma categoría que aparezca en sus cartas, ganando aquel jugador que tenga el valor más alto para dicha categoría. En las reglas del juego aparece como opcional la lectura de dicha descripción, pero en nuestro caso se consideró imprescindible para generar mayor conocimiento y sensibilización. Por último, el ganador lee el nombre del polinizador y la descripción que aparece en su carta, y recoge todas las cartas de los demás jugadores añadiéndolas a la parte inferior de su mazo. Para la siguiente ronda, elige otra categoría de su segunda carta.

En el caso de que dos o más cartas tengan el mismo valor, se sitúan dichas cartas en el centro y se continúa jugando con otra ronda hasta que haya un ganador que se quede con todas las cartas, las descubiertas por sus compañeros y las que estaban en el centro. El jugador que consiga todas las cartas será quien gane la partida.



Figura 2. Esquema de la dinámica de juego *Conoce a tus polinizadores*.

Metodología de la investigación

La investigación se ha fundamentado en la metodología cualitativa basada en el uso de cuestionarios y el análisis de valoraciones subjetivas de los participantes, combinada con la metodología cuantitativa, con análisis de datos objetivos. Por ello, definimos la metodología del estudio de tipo mixta (Bisquerra, 2020).

Contexto y participantes

Este estudio fue llevado a cabo con un grupo de MFI del Grado en Educación Infantil (G. E. Infantil) y otro grupo del Grado en Educación Primaria (G. E. Primaria), ambos de la Universidad de Málaga, España. Estos fueron elegidos para obtener una visión de los MFI amplia, que abarcara las primeras etapas educativas (infantil y primaria) para estudiar posibles diferencias o similitudes entre los resultados obtenidos de ambos grupos. Los datos sociodemográficos de los participantes pueden consultarse en la Tabla 1.

Tabla 1. Datos sociodemográficos de los participantes distribuidos por grupos.

Grupo	Número de MFI	Rango de edad (años)	Promedio de edad (años)	Porcentaje de mujeres (%)	Porcentaje de hombres (%)
MFI (G. E. Infantil)	37	20-25	20,89	97,30	2,70
MFI (G. E. Primaria)	39	20-28	21,40	58,97	41,03

El primer grupo cursaba la asignatura de Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza, en el tercer curso del G. E. Infantil. El segundo grupo, la asignatura de Enseñanza de las Ciencias, del tercer curso del G.E. Primaria, habiendo cursado en el cuatrimestre anterior, la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales. En ambos casos, esta actividad se realizó dentro del bloque de contenidos sobre recursos educativos para la enseñanza de las ciencias, concretamente para trabajar el desarrollo de competencias en la búsqueda, selección y análisis de recursos educativos.

En un cuestionario inicial, para conocer en profundidad a los grupos, se les preguntó si contaban con alguna formación previa sobre polinizadores. Todos respondieron negativamente, excepto dos alumnas que hicieron referencia a sus aprendizajes en la etapa de Educación Secundaria Obligatoria y una que mencionó ser autodidacta en temas relacionados con la agricultura. La mayoría también indicó no conocer ninguna experiencia sobre polinizadores con niños y niñas. Solamente conocían, del G. E. Infantil, las picaduras de abejas y las excursiones a centros de interpretación apícola. Del G. E. Primaria indicaron que durante las prácticas del Grado hicieron un proyecto sobre la importancia de los insectos para las plantas y sobre las causas que hacen que se extingan, también conocían las excursiones a centros de interpretación apícola y las actividades que se realizan en la finca de *La Píndola* (Málaga) con niños y niñas, relacionadas con las abejas. Los MFI indicaron poseer conocimientos sobre recursos educativos generalistas, pero no poseían formación sobre recursos educativos específicos para la enseñanza de las ciencias ni contaban con conocimientos previos sobre análisis de materiales educativos.

Instrumentos para la recogida de datos

Los instrumentos que se emplearon para la recogida de datos fueron:

(1) Cuestionario de conocimientos y percepciones del aprendizaje, compuesto por 8 preguntas abiertas (Tabla 2), implementado a modo de pre-test, post-test y post-test al mes. Este cuestionario fue diseñado por las autoras, incluyendo las cuestiones que explica el propio juego en sus instrucciones, con el objetivo de dar respuesta a las preguntas de investigación P1 y P3. Las autoras elaboraron las cuestiones de forma independiente y se realizó una puesta en común. Las preguntas coincidentes fueron seleccionadas para incluirlas en el cuestionario y las preguntas discordantes se debatieron hasta llegar a un acuerdo. Finalmente, se realizó una revisión conjunta de las preguntas incluidas para evitar duplicidad y redundancia.

Tabla 2. Cuestionario de conocimientos y percepciones del aprendizaje y vinculación con las preguntas de investigación.

Responde a las siguientes cuestiones:

- ¿Qué consideramos como un polinizador? (P1)
 - ¿Por qué son necesarios los polinizadores? (P1)
 - ¿Cuáles son los tipos de polinizadores que conoces? (P1)
 - ¿Están en peligro los polinizadores? (P1)
 - ¿Cuáles podrían ser las causas de que los polinizadores estén en peligro de extinción? (P1)
 - ¿Es el aguijón una característica de los polinizadores? (P1)
 - ¿Volar es una característica de los polinizadores? (P1)
 - ¿Por qué es necesario que tu alumnado conozca la importancia y las características de los polinizadores? (P3)
-

(2) Cuestionario de valoraciones de emociones sentidas durante el juego, elaborado por Gil y Martínez (2015), formado por una escala Likert de 7 puntos (muy, bastante, algo,

indiferente, algo, bastante y mucho) cuyos extremos contienen 10 emociones opuestas (inquietud-tranquilidad, estrés-relajación, preocupación-despreocupación, inseguridad-seguridad, disgusto-agrado, desconfianza-confianza, infelicidad-felicidad, aburrimiento-entusiasmo, insatisfacción-satisfacción, desinterés-interés) (Anexo), para dar respuesta a la pregunta de investigación P2.

(3) Cuestionario de valoración del juego (Anexo), adaptado de Franco-Mariscal et al. (2017), compuesto por tres preguntas abiertas sobre lo mejor del juego, lo peor, y del juego mejoraría; una pregunta cerrada para valorar el juego (1-10) y la valoración de 4 cualidades (sencillez, utilidad, atractivo e interés) en una escala Likert de 4 puntos (muy poco, poco, algo y mucho), todo ello con el objetivo de dar respuesta a la pregunta de investigación P3.

Análisis de datos

Durante el proceso de análisis, se consideraron diferencialmente la naturaleza de los datos. Las respuestas obtenidas en las preguntas abiertas de los cuestionarios fueron analizadas por ambas autoras. En primer lugar, de forma independiente, leyeron todas las respuestas dadas por los participantes a una misma pregunta y establecieron categorías. Las respuestas se incluyeron en tantas categorías como fueran mencionadas. A continuación, en un proceso de debate, la categorización realizada de forma independiente por las autoras fue puesta en común. En las situaciones en las que surgieron puntos de desacuerdo, se llevó a cabo un diálogo para alcanzar un consenso y establecer una clasificación que integrara ambas perspectivas. Este proceso se llevó a cabo para cada una de las preguntas de los cuestionarios utilizados. Las categorías establecidas para cada pregunta se recogen en la Tabla 3. Estas categorías fueron tratadas como variables cualitativas nominales politómicas, para las que se calcularon las frecuencias observadas.

Las preguntas con respuestas en escala Likert se contabilizaron por ambas autoras de forma independiente. Posteriormente, se compararon los resultados corroborando las coincidencias en los mismos. Estas fueron tratadas como variables cualitativas ordinales. Este procedimiento de análisis también se realizó con las respuestas a la pregunta del cuestionario de valoración del juego *Puntuación el juego (1-10)* siendo tratadas como variables cuantitativas discretas. Con esto se pretendió asegurar un correcto análisis de los datos cuantitativos, proporcionando así una visión que complementa el análisis cualitativo.

Análisis estadístico

En primer lugar, se realizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, adecuada para determinar si el conjunto de datos obtenidos provenía o no de una distribución normal y para muestras pequeñas inferiores a 50 datos, obteniéndose $p\text{-valor} < 0,05$, indicando que los datos siguen una distribución no paramétrica.

A continuación, se emplearon diversas pruebas estadísticas en función de las características de las variables y las comparaciones realizadas. Para la comparación entre grupos independientes (G. E. Infantil y G. E. Primaria), las variables cualitativas nominales politómicas, obtenidas de la categorización de las preguntas abiertas de los cuestionarios, se analizaron con la prueba exacta de Fisher adecuado para frecuencias esperadas por debajo de 5, tanto para el cuestionario pre, post y post-test al mes. Las variables cualitativas ordinales y cuantitativas discretas, obtenidas en las respuestas de tipo Likert y de la puntuación del juego (1-10), se analizaron con la prueba U de Mann-Whitney. Por otro lado, para la comparación entre muestras dependientes (pre, post y post-test al mes), las variables cualitativas nominales politómicas, obtenidas de la categorización de

preguntas abiertas del cuestionario de conocimientos y percepciones de los aprendizajes, se analizaron con la prueba de Friedman.

Tabla 3. Categorías de respuestas establecidas por ambas autoras para cada pregunta de los cuestionarios.

Instrumentos	Pregunta	Categorías establecidas
(1) Cuestionario de conocimientos y percepciones del aprendizaje	¿Qué consideramos como un polinizador?	Movimiento del polen/polinización Animales Insectos Otros agentes polinizadores Abejas Seres vivos Personas
	¿Por qué son necesarios los polinizadores?	Reproducción plantas Producción recursos/cultivos/alimentación Medioambiente/animales/seres vivos Producción oxígeno/fotosíntesis Supervivencia humanos Relación Respuesta sin sentido Clima No sabe/No contesta (NS/NC)
	¿Cuáles podrían ser las causas de que los polinizadores estén en peligro de extinción?	Impacto acción humana Calentamiento global Contaminación Alteración ecosistema Pérdida biodiversidad NS/NC
	¿Por qué es necesario que tu alumnado conozca la importancia y características de los polinizadores?	Concienciación Acercamiento del alumnado a la ciencia Interés por el tema Falta de interés Aprendizaje NS/NC
	¿Están en peligro los polinizadores? ¿Es el aguijón una característica de los polinizadores? ¿Volar es una característica de los polinizadores?	Sí No NS/NC
(3) Cuestionario de valoración del juego	Lo mejor ha sido ...	Dinamismo Aprendizaje sobre polinizadores Trabajar en grupos Competitividad
	Lo peor ha sido ...	Información Monotonía Duración NS/NC
	Del juego mejoraría	Reglas del juego Material del juego NS/NC

Los análisis estadísticos se realizaron con el software R, que permite llevar a cabo las pruebas mencionadas con precisión y fiabilidad. Para todas las pruebas se estableció un nivel de significación α de 0,05, con el fin de determinar si las diferencias observadas eran estadísticamente significativas. Los resultados de los análisis fueron interpretados en función de los objetivos del estudio.

Procedimiento de la investigación

Este estudio se llevó a cabo en cuatro etapas (Figura 3).

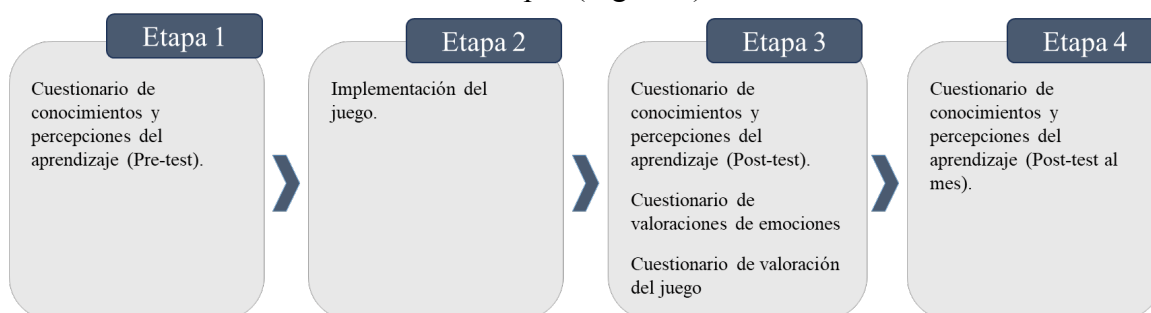


Figura 3. Etapas del estudio.

En la primera etapa, los MFI respondieron el cuestionario de conocimientos y percepciones del aprendizaje, a modo de pre-test.

En la segunda etapa, los participantes se agruparon en pequeños grupos de entre 4 y 6 miembros, y se les repartió una baraja de cartas. Antes de que comenzaran a jugar se les explicó la información contenida en cada una de las cartas, las reglas del juego y que la duración del juego sería de una hora. La figura 4 muestra a un grupo de MFI jugando.



Figura 4. Estudiantes jugando con las cartas del juego *Conoce a tus polinizadores*.

En la tercera etapa y para finalizar la sesión, respondieron el mismo cuestionario de conocimientos y percepciones del aprendizaje, a modo de post-test, el cuestionario de valoraciones de emociones y el cuestionario de valoración del juego.

En la cuarta etapa, respondieron de nuevo al cuestionario de conocimientos y percepciones del aprendizaje, a modo de post-test al mes.

Resultados y discusión

A continuación, se muestran los resultados del estudio según las diferentes preguntas de investigación.

Grado de adquisición de aprendizajes (P1)

Aunque el juego ha contribuido a modificar algunas ideas previas alternativas, no es efectivo en la adquisición de conocimientos, mostrándose, tras su implementación, imprecisiones sobre el proceso de polinización y los seres vivos implicados. Las pruebas estadísticas no reflejan cambios significativos después de la implementación. Esto queda reflejado en las respuestas obtenidas a las preguntas del cuestionario de conocimientos y percepciones del aprendizaje *¿Qué consideramos como un polinizador?* (Tabla 4) y *¿Por qué son necesarios los polinizadores?* (Tabla 5), donde las pruebas estadísticas indican que no existen diferencias significativas ni entre los grupos ni en las respuestas a lo largo de la investigación.

Tabla 4. Categorización de las respuestas obtenidas a la pregunta *¿Qué consideramos como un polinizador?*

Categorías de las respuestas	G. E. Infantil (% de respuestas)			G. E. Primaria (% de respuestas)		
	PRE	POST	POST al mes	PRE	POST	POST al mes
Movimiento del polen/polinización	88,10	69,23	68,52	82,98	63,93	86,67
Animales	35,71	42,31	38,89	29,79	18,03	33,33
Insectos	30,95	30,77	11,11	14,89	29,51	22,22
Otros agentes polinizadores	23,81	5,77	9,26	19,15	6,56	6,67
Abejas	9,52	-	-	4,26	1,64	-
Seres vivos	2,38	1,92	5,56	12,77	3,28	6,67
Personas	-	-	-	6,38	-	-

Tabla 5. Categorización de las respuestas obtenidas a la pregunta *¿Por qué son necesarios los polinizadores?*

Categorías de las respuestas	G. E. Infantil (% de respuestas)			G. E. Primaria (% de respuestas)		
	PRE	POST	POST al mes	PRE	POST	POST al mes
Reproducción plantas	64,29	55,77	55,56	65,96	47,54	60,00
Producción recursos/cultivos/alimentación	19,05	28,85	29,63	10,64	36,07	17,78
Medioambiente/animales/seres vivos	7,14	3,85	9,26	4,26	9,84	13,33
NS/NC	7,14	1,92	-	2,13	-	-
Producción oxígeno/fotosíntesis	2,38	3,85	3,70	6,38	4,92	2,22
Supervivencia humanos	-	3,85	1,85	6,38	-	6,67
Relación	-	1,92	-	-	-	-
Respuesta sin sentido	-	-	-	4,26	-	-
Clima	-	-	-	-	1,64	-

Aunque *Conoce a tus polinizadores* ha ayudado a desbancar a la abeja como definición de único polinizador, la idea de que la polinización es el simple movimiento del polen, se

mantiene después y al mes de la realización del juego. Por ejemplo, un MFI del G. E. Infantil responde al pre-test con «Aquello que se encarga de propagar el polen»; en el post-test indica «Aquellos insectos o animales que se encargan de propagar el polen llevándolo de un lugar a otro»; y en el post-test al mes «El que se encarga de llevar el polen de un lugar a otro permitiendo que se realice la reproducción de las plantas». Aquí se observa cómo, al mes de la realización del juego, continúan algunas imprecisiones.

El juego aumenta los porcentajes de respuesta sobre la importancia de la polinización para la producción de recursos, cultivos y alimentos, aflorando una visión utilitarista. Algunos ejemplos de este enfoque son las respuestas que encontramos en el post-test de algunos MFI del G. E. Primaria como «Son necesarios, porque gracias a ellos podemos obtener los alimentos, como las frutas, las verduras, etc.» o «Porque hacen posible que comamos muchas de nuestras frutas y verduras». En el grupo del G. E. Infantil también se encuentran ejemplos similares: «Para la alimentación y polinización de las flores» o «Porque sin ellos las plantas no producirían frutos».

Entre las respuestas a la pregunta *¿Cuáles son los tipos de polinizadores que conoces?* (Figura 5), los participantes citan nombres concretos como la mariposa de la col, la mosca zángano, la polilla meticulosa o la avispa portasierra, apreciándose diversidad de polinizadores y desapareciendo, algunas ideas preconcebidas. Aun así, en ambos grupos han quedado términos dudosos como *mosquitos* u *hormigas*.



Figura 5. Evolución temporal de la nube de palabras de las respuestas obtenidas a la pregunta *¿Cuáles son los tipos de polinizadores que conoces?*

En cuanto a la pregunta *¿Están en peligro los polinizadores?*, en el G. E. Infantil es más evidente que desconocen la respuesta (Figura 6) encontrándose diferencias significativas (pre-test: p -valor = 0,004). Sin embargo, tras la realización del juego, en el G. E. Infantil se producen cambios significativos en las respuestas a *¿Cuáles podrían ser las causas de que los polinizadores estén en peligro de extinción?* (Figura 7) (p -valor = 0,026). Estos cambios son los responsables de las diferencias significativas encontradas entre grupos en el post-test (p -valor = 0,006126). Esto podría deberse a la ausencia de asignaturas previas sobre didáctica de las ciencias en el plan de estudios del G. E. Infantil, lo que permite un mayor margen de mejora en los conocimientos.

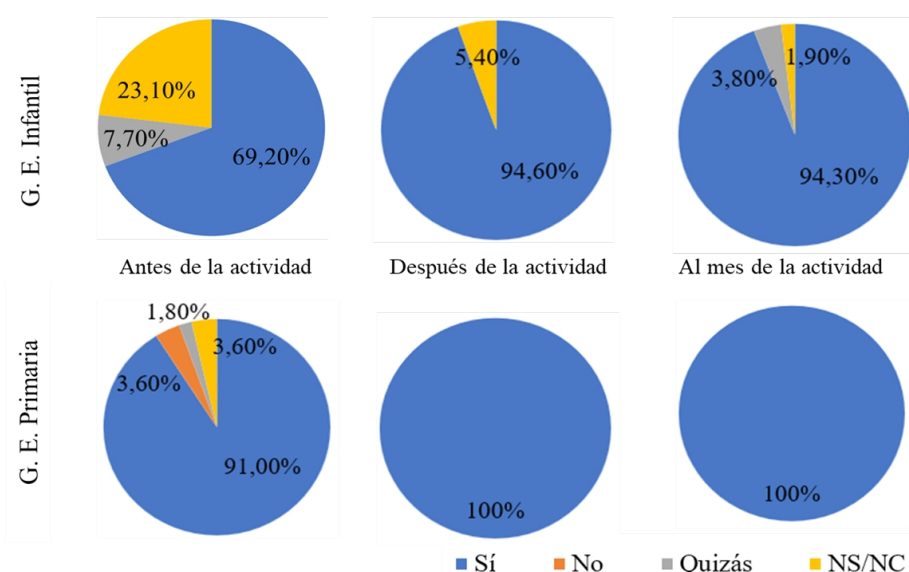


Figura 6. Respuestas dadas por los estudiantes a la pregunta *¿Están en peligro los polinizadores?*

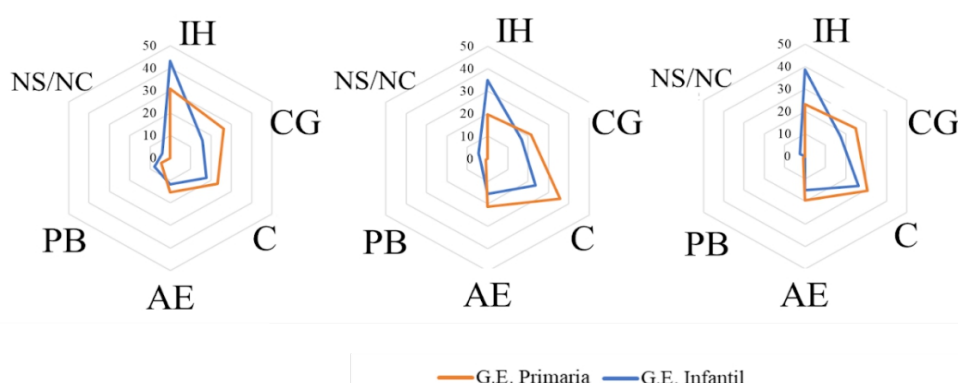


Figura 7. Categorías de las respuestas dadas por los MFI a la pregunta *¿Cuáles podrían ser las causas de que los polinizadores estén en peligro de extinción?* *Nota: IH: Impacto acción humana, CG: Calentamiento global, C: Contaminación, AE: Alteración ecosistema, PB: Pérdida biodiversidad.

Este mismo patrón de respuestas (Figura 8), en las que se observan diferencias significativas antes de la realización del juego, también se ha obtenido en las preguntas *¿Es el aguijón una característica de los polinizadores?* (p -valor=0,024) y *¿Volar es una característica de los polinizadores?* (p -valor = 0,033). No obstante, el juego no produce cambios significativos en los conocimientos tras su puesta en práctica. Además, parece que el hecho de que todas las especies presentes en el juego de cartas contengan alas, excepto un escarabajo (*Clytus arietis*), ha provocado que parte de los MFI hayan considerado indispensable que todos los polinizadores vuelen. El juego *Conoce a tus polinizadores* podría causar cierta confusión en relación a esta característica. Estos aspectos son claves, pues conocer las características de los polinizadores es esencial para comprender el proceso de la polinización (Eugenio, 2022; Puig y Gómez, 2021).

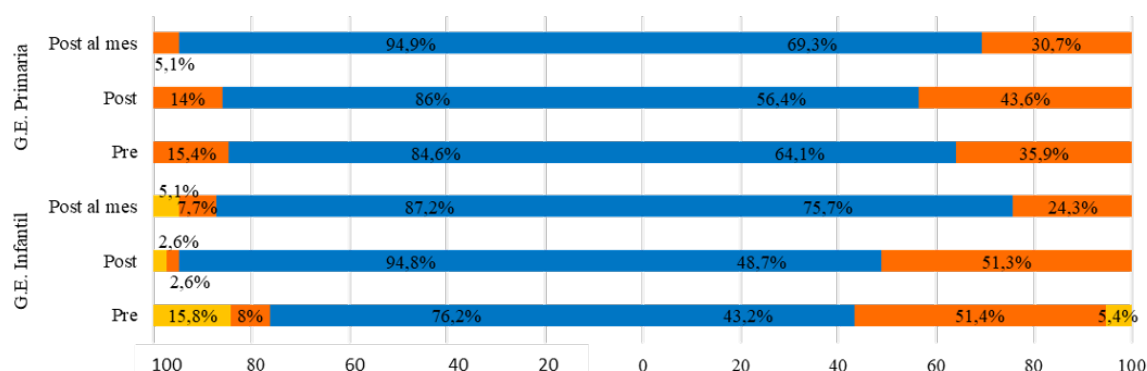


Figura 8. Respuestas dadas por los MFI a las preguntas *¿Es el aguijón una característica de los polinizadores?* y *¿Volar es una característica de los polinizadores?*

Los estudios muestran que los juegos educativos pueden ser un recurso adecuado para la adquisición de aprendizajes (Andrade, 2020; López-Fernández et al., 2021; Cornellà et al., 2020; Solas et al., 2023). Sin embargo, *Conoce a tus polinizadores*, no es efectivo en este sentido. Uno de los motivos, Esto podría deberse a la ausencia de conocimientos previos sobre polinizadores, es decir, un andamiaje sobre el que crear nuevos aprendizajes. Por esta razón, manifestamos la necesidad de mejorar la formación científica básica de los MFI en relación a los polinizadores, así como la clasificación de ejemplares en base a criterios científicos (Puig y Gómez, 2021).

Emociones sentidas durante la realización del juego (P2)

De forma general, tanto los estudiantes del G. E. Infantil como los del G. E. Primaria (Figuras 9 y 10) seleccionan los valores más altos de las emociones positivas que recoge el cuestionario. Consideramos que trabajar la cuestión de los polinizadores a través del ABJ ha favorecido emociones positivas en los MFI (Yélamos, 2022). De esta forma, se contribuye a la disminución del rechazo y miedo que, desde la infancia, se les tiene a los insectos (Eugenio, 2022); y de las emociones desactivadoras del aprendizaje (Gómez et al., 2020).

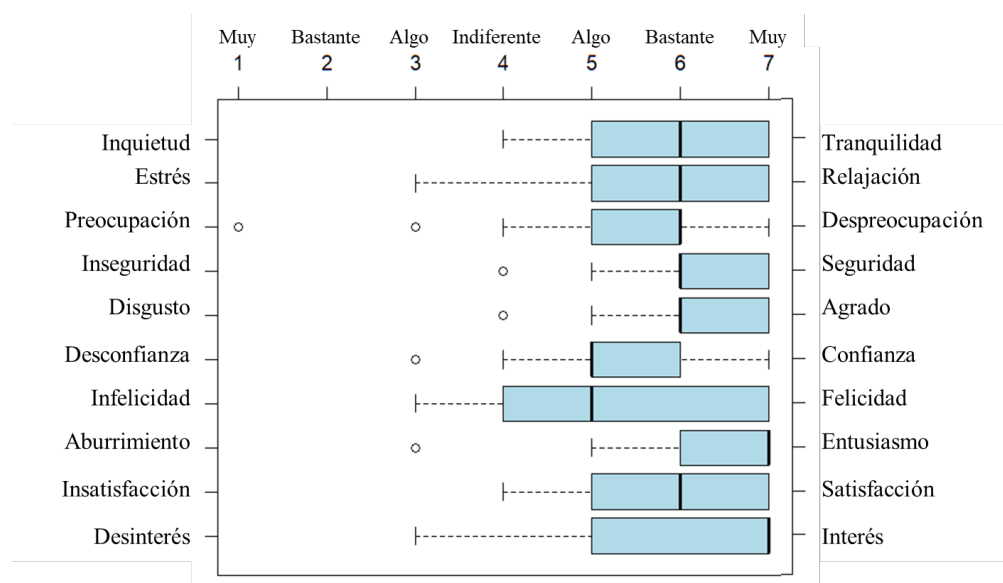


Figura 9. Emociones sentidas por los estudiantes del G. E. Infantil durante el juego.

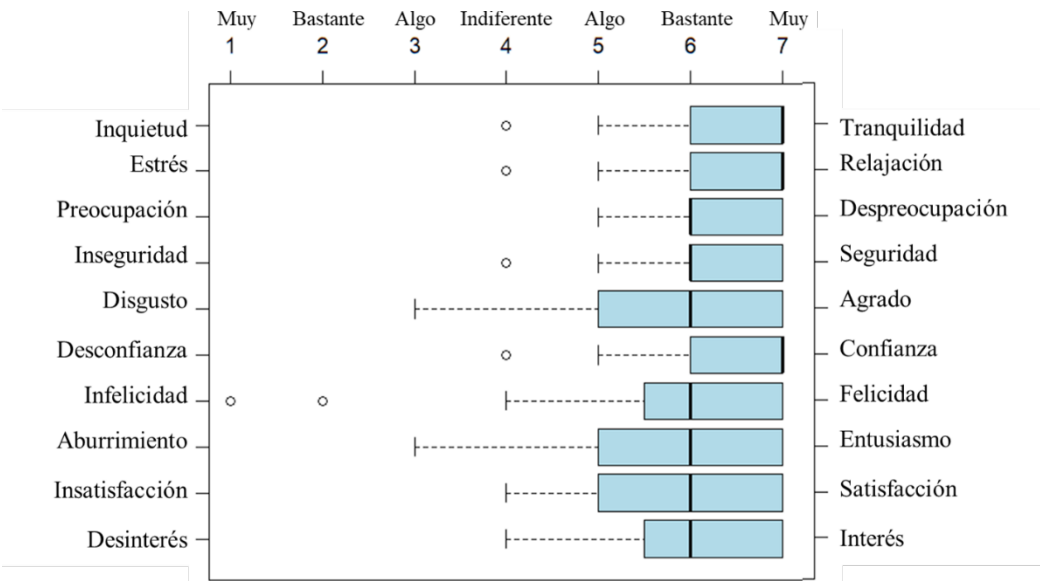


Figura 10. Emociones sentidas por los estudiantes del G. E. Primaria durante el juego.

Percepciones sobre la enseñanza-aprendizaje de los polinizadores, la valoración del juego y las posibles mejoras (P3)

Los motivos que aportan los MFI ante la necesidad de que su alumnado conozca la importancia y las características de los polinizadores se recoge en la tabla 6.

Tabla 6. Categorización de las respuestas obtenidas a la pregunta *¿Por qué es necesario que tu alumnado conozca la importancia y características de los polinizadores?*

Categorías de las respuestas	G. E. Infantil (% de respuestas)			G. E. Primaria (% de respuestas)		
	PRE	POST	POST al mes	PRE	POST	POST al mes
Concienciación	91,6	92,8	100	92,3	92	93,6
Acercamiento del alumnado a la ciencia	4,2	2,4	-	-	1,6	2,1
Interés por el tema	2,1	-	-	-	-	-
NS/NC	2,1	2,4	-	2	-	-
Falta de interés	-	2,4	-	-	-	-
Aprendizaje	-	-	-	5,7	6,4	4,3

Algunas de sus justificaciones en el post-test al mes son: «Porque así verían la importancia que tienen los insectos en nuestra vida y verían que son inofensivos y no hay que matarlos» (MFI del G.E.Infantil), «Es necesario porque como docentes debemos concienciar acerca de la importancia de estos, ya que en ocasiones no somos conscientes de lo necesarios que son algunos seres vivos del planeta. Por ello, es fundamental trabajar e informar sobre qué animales son polinizadores, de qué se encargan, cuál es su función y qué tan importantes son» (MFI del G.E.Primaria). En el G.E. Primaria mencionan que conocer la importancia de los polinizadores y sus características es una parte de su aprendizaje, es decir, este grupo comprende que estos conocimientos son parte del currículo.

El juego ha permitido reflexionar a los MFI sobre la importancia de trabajar esta cuestión en el aula, como futuros docentes aunque no ha provocado un cambio significativo en sus percepciones. Gómez et al. (2020) indican que hay que motivar a los MFI mediante la sensibilización y el conocimiento para que se conviertan en defensores activos de la conservación de los polinizadores, en particular, y del medio ambiente en general.

En cuanto a la valoración del juego, los MFI del G. E. Primaria otorgaron una media de 8,15 puntos, sobre 10, mientras que el grupo del G. E. Infantil de 7,78 puntos. Entre todos los MFI, la valoración media obtenida fue de 7,97 puntos sobre 10, sin encontrarse diferencias significativas entre ambos grupos. Esto reafirma que el ABJ es una estrategia atractiva (López-Fernández et al., 2021; Gómez et al., 2004).

Además, en el G. E. Infantil (Figura 11), las cualidades del juego mejor valoradas son la utilidad y el interés. En el G. E. Primaria (Figura 12) son sencillez, utilidad e interés. Estos resultados se apoyan en los análisis estadísticos, los cuales indican diferencias significativas entre los grupos para las cualidades de sencillez (p -valor = 0,046) y atractivo (p -valor \approx 0,000). Esto podría atisbar dificultades en la implementación del juego en edades tempranas.

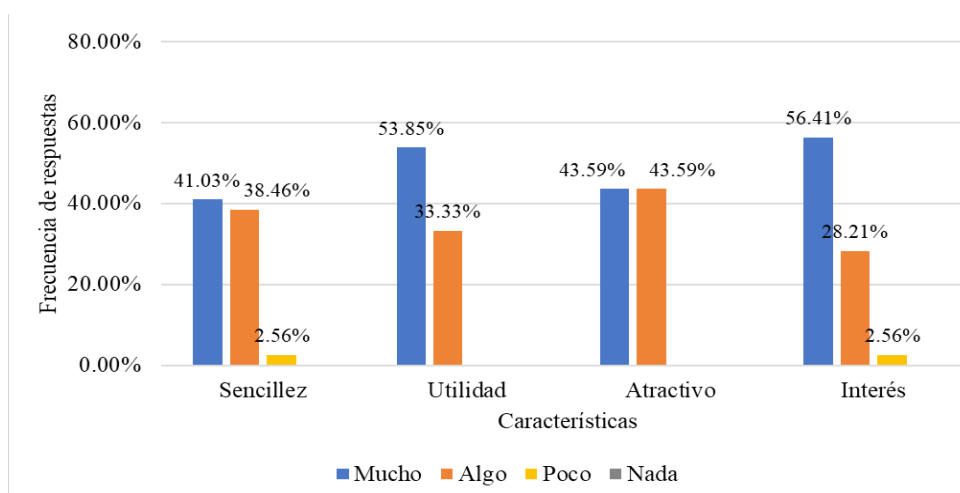


Figura 11. Porcentajes de valoración de cuatro cualidades del juego por parte de los MFI del G.E. Infantil.

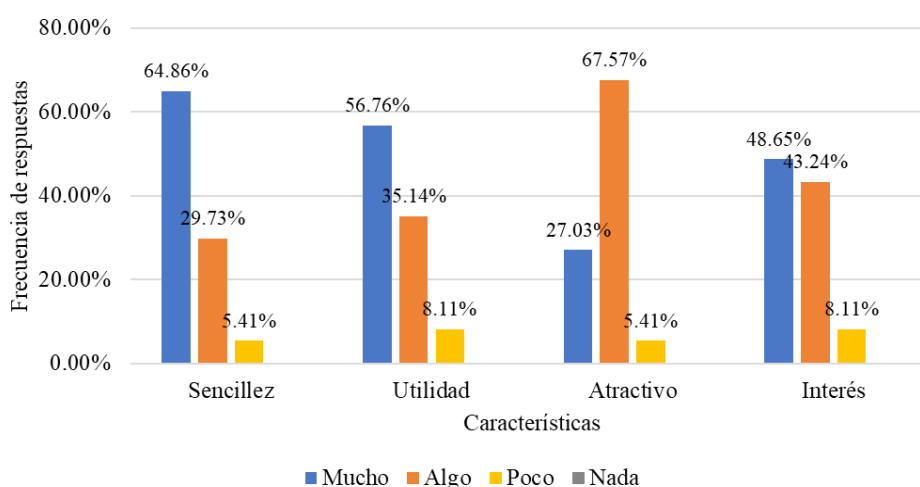


Figura 12. Porcentajes de valoración de cuatro cualidades del juego por parte de los MFI del G.E. Primaria.

El dinamismo ha sido el aspecto mejor valorado (G. E. Infantil: 46,80%; G. E. Primaria: 47,17%), con respuestas como «Trabajar de una forma dinámica contenidos para conocer más sobre ellos» o «La diversión del juego»; seguido del propio aprendizaje sobre los polinizadores (G. E. Infantil: 31,92%; G. E. Primaria: 30,19%): «La variedad de insectos polinizadores» o «La gran cantidad de polinizadores que existen y sus características tan distintas.»; trabajar en grupos (G. E. Infantil: 12,77%; G. E. Primaria: 16,98%) y la competitividad (G. E. Infantil: 8,51%; G. E. Primaria: 5,66%).

En referencia a los aspectos peor valorados del juego, se aprecia una mayoría clara en la categoría información (G. E. Infantil: 35,13%; G. E. Primaria: 24,39%), haciendo hincapié en la dificultad que supone jugar sin conocimientos previos, debido a que es un gran volumen de información completamente nueva («Memorizar los nombres raros de los polinizadores, como por ejemplo, Trips del Brezo», «No poder saber toda la información de dichos insectos.»), existen diferencias significativas entre las respuestas de ambos grupos ($p\text{-valor}=0,005$). También hacen referencia a las reglas del juego (G. E. Infantil: 16,22%, G. E. Primaria: 34,14%). Por un lado, en el G. E. Infantil se resalta como aspecto negativo la monotonía (G. E. Infantil: 27,03%; G. E. Primaria: 2,44%), mientras que en el G. E. Primaria, la duración de las partidas (G. E. Infantil: 8,11%; G. E. Primaria: 24,39%) explicando que «Si te quedas sin cartas muy al inicio, ya no puedes volver a jugar hasta que acaben todos los compañeros». El 13,51% de los MFI de G. E. Infantil y el 14,64% del G. E. Primaria indican que no hay ningún aspecto negativo. Parece que los MFI ponen de manifiesto que el juego no está adaptado a ambas etapas.

En cuanto a las percepciones sobre las mejoras del juego, ambos grupos, de forma similar ($p\text{-valor}=0,8775$), indican que lo más importante sería cambiar las reglas de juego (G. E. Infantil: 71,05%; G. E. Primaria: 64,28%) para adaptarlo a su alumnado. En líneas generales proponen memorizar nombres y características; poder jugar entre más personas y así, competir en grupos más numerosos; y que fuera más dinámico, no sólo leer la información sobre una especie en cada partida. A modo de ejemplo, en el G. E. Infantil: «Que no fuera tan repetitivo y que se añadieran variantes que hicieran que tuvieras que leer toda la carta y no sólo fijarte en los números de cada una de las características.» En el G. E. Primaria: «Debería ser un juego donde el alumno debe aportar esa información general mostrada, ya que si el alumno quiere ni siquiera se para a leerla». Los participantes de ambos grupos reflejan cuestiones de mejora relacionadas con el material del propio juego (G. E. Infantil: 15,79%; G. E. Primaria: 19,05%). Sugieren un mayor número de cartas, es decir que aparecieran más especies y más información sobre cada una de ellas. A modo de ejemplo, en el G. E. Infantil: «Intentaría buscar más tipos de polinizadores para aumentar el número de cartas». En el G. E. Primaria: «Las descripciones de los polinizadores ya que son muy densas».

Se puede decir que los MFI consideran que el juego de cartas no está adaptado para un alumnado con edades comprendidas entre 3 y 11 años. Estos resultados coinciden con los obtenidos sobre las cualidades del juego y los aspectos peor valorados. Por estos motivos la Unión Europea podría elaborar y publicar una adaptación del juego para dichos niveles educativos. El resto de las respuestas no propusieron ninguna mejora (G. E. Infantil: 13,16%, G. E. Primaria: 16,67%). Consideramos que llevando a cabo estas modificaciones y planteando un programa formativo más amplio, con el objetivo de que los MFI repliquen este tipo de actividades durante el ejercicio de su profesión (Díaz y Jiménez-Liso, 2012; Puig y Gómez, 2021), se podría alcanzar la adquisición de conocimientos y la sensibilización ambiental sobre polinizadores.

Conclusiones

El juego educativo *Conoce a tus polinizadores* no promueve nuevos aprendizajes de forma significativa. A pesar de haber ayudado a modificar algunas ideas previas, como por ejemplo el concepto de polinizador, los tipos de polinizadores o las amenazas a las que se enfrentan, no resulta eficaz para la adquisición de conocimientos, ya que, tras su uso, persisten imprecisiones sobre el proceso de polinización y las características de los polinizadores (P1).

Las emociones sentidas (P2) por los MFI durante la realización del juego fueron entusiasmo, interés, confianza, relajación y tranquilidad, en los valores más positivos de la escala utilizada.

La razón principal de los MFI sobre la necesidad de que el alumnado de los MFI conozcan la importancia y características de los polinizadores, es desarrollar la concienciación debido a que son esenciales para la vida de los seres humanos, las plantas y el mundo que les rodea, por consiguiente, aprender a respetarlos. El juego está bien valorado por los MFI (sencillo, útil, atractivo e interesante), aunque los MFI aportan algunas mejoras (P3). En cuanto a las cuestiones didácticas, es necesario adaptarlo a edades tempranas. Sumado a ello, recomendamos no implementarlo de forma aislada, pues aparecen dificultades si los participantes no presentan ideas previas sobre polinizadores. Esto es una cuestión clave que reflejan los MFI. Y en relación a las cuestiones científicas, la selección de insectos polinizadores puede enriquecerse. Se echan en falta animales polinizadores como hormigas, mosquitos o incluso algunos pájaros o mamíferos. También se deberían incluir más especies polinizadoras no voladoras, para aclarar que la presencia de alas no es una cuestión obligada en estos seres vivos.

Limitaciones e implicaciones didácticas

Nos encontramos en una situación de emergencia climática donde se mira a la escuela como generadora de cambio. Los docentes deben implicarse en tareas que desarrollen concienciación ciudadana que les permitan afrontar estos problemas mediante cambios de actitudes y comportamientos (Jaén et al., 2019; Marcén y Molina, 2006). Sin embargo, los MFI no presentan formación previa sobre polinizadores y esto es importante. Además, a pesar de que los participantes en el estudio se encuentran en 3º de Grado, habiendo realizado dos periodos de prácticas a lo largo de su carrera, tampoco conocen ninguna experiencia relacionada con polinizadores, lo que nos hace pensar que, ni en cursos anteriores, ni en los actuales, se están abordando este problema sociocientífico en las escuelas. Puig y Gómez (2021) alertan de esta cuestión, pues apenas se encuentran trabajos sobre este problema sociocientífico en formación inicial de maestros, por lo que este artículo, junto con el de estas autoras, pretende ser una contribución en este sentido.

Una de las limitaciones que hemos encontrado en nuestra investigación está relacionada con el análisis crítico de materiales educativos en la formación inicial de maestros. Sugerimos que la implementación de este estudio podría contribuir a que los MFI adopten un punto de vista crítico sobre estos recursos y su posible implementación en un contexto docente futuro. Consideramos que en los programas de formación inicial del profesorado se deben facilitar a los estudiantes herramientas para valorar la calidad de la práctica docente, así como los recursos educativos (Burgos y Castillo, 2022).

Las conclusiones obtenidas en este estudio son una valiosa guía para la digitalización de juegos educativos como el presentado. Como futuras líneas, trabajamos en un proyecto

donde ciencia, sociedad y tecnología se unen para generar recursos con los que los MFI y sus futuros estudiantes se conviertan en agente de cambio para la búsqueda de un mundo más sostenible.

Agradecimientos

Esta publicación es parte del proyecto TED2021-130102B-I00, titulado “Transición digital y ecológica en la enseñanza de las ciencias mediante tecnologías disruptivas para la digitalización de juegos educativos y su evaluación con E-Rubricas”, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea “NextGenerationEU”/PRTR.

Referencias bibliográficas

- Andrade, A. L. (2020). El juego y su importancia cultural en el aprendizaje de los niños en educación inicial. *Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación*, 5(2), 132-149. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3820949>
- Bisquerra, R. (2020). *Métodos de investigación educativa. Guía práctica*. Ceac S.A.
- Blanco, I. (2020). *Aprendizaje basado en juegos (GBL) en el programa de odontología del Areandina: Un estudio de caso en la enseñanza para la materia farmacología. (Documentos de trabajo Areandina 2020-2. Experiencias y prácticas pedagógicas de los docentes areandinos)*. Fundación Universitaria del Área Andina. <https://doi.org/10.33132/26654644.1812>
- Burgos, M. y Castillo, M. J. (2022). Desarrollo de la competencia reflexiva en estudiantes para maestro mediante el análisis de vídeos educativos de matemáticas. *Revista Paradigma*, 43(2), 387-410.
- Comisión Europea (2018). *Iniciativa de la UE sobre los polinizadores* (COM(2018) 395 final). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:52018DC0395>
- Corbacho, I., Esteban, R., Marcos, J.M. y Hernández, M.A. (2023). Los microbios, ¿buenos o malos?: el juego de mesa “Los microorganismos en nuestra vida”. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 20(3), 3202. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i3.3202
- Cornellà, P., Estebanell, M. y Brusi, D. (2020). Gamificación y aprendizaje basado en juegos. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 28(1), 5-19. <https://raco.cat/index.php/ECT/article/view/372920>
- Dávila, M. A., Borrachero, A.B., Mellado, V. y Bermejo, M.L. (2015). Las emociones en alumnos de eso en el aprendizaje de contenidos de física y química, según el género. *International Journal of Developmental and Educational Psychology (INFAD)*, 1(1), 173–180. <https://doi.org/10.17060/ijodaep.2015.n1.v1.26>
- Díaz, N. y Jiménez-Liso, M. R. (2012). Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), 54-70.
- Dicks, L. V., Breeze, T. D., Ngo, H. T., Senapathi, D., An, J., Aizen, M. A., ... y Potts, S. G. (2021). A global-scale expert assessment of drivers and risks associated with pollinator decline. *Nature Ecology & Evolution*, 5(10), 1453-1461. <https://doi.org/10.1038/s41559-021-01534-9>

- Duval, V. S., Ybarra, G. V., Casado, A. y Berón, F. J. (2019). El Juego de la Carta Topográfica: un recurso didáctico para la enseñanza de la cartografía desde la Geografía. *Geográfica digital*, 16(31), 46-54. <https://dx.doi.org/10.30972/geo.16313599>
- Eugenio, M., Monferrer, L., Ortega, I. y Adelantado, M. (2022). Estudiando los polinizadores en el contexto del huerto ecodidáctico universitario: presentación de una SEA. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(3), 320601-320618. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i3.3206
- Evaristo, I. S., Vega, M. V., Navarro, R. y Nakano, T. (2016). Uso de un videojuego educativo como herramienta para aprender historia del Perú. *RIED: Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 19(2), 35-52. <https://doi.org/10.5944/ried.19.2.15569>
- Franco-Mariscal, A. J., Franco-Mariscal, R. y Salas-García, G. (2017). El tren orbital: un juego educativo basado en una analogía para aprender la configuración electrónica en secundaria. *Revista Eletrônica Ludus Scientiae (RELuS)*, 1(2), 1-13. <https://doi.org/10.30691/relus.v1i2.978>
- Gil, P. y Martínez, M. (2015). Emociones auto-percibidas en las clases de educación física en primaria. *Universitas Psychologica*, 14(3), 923-935. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.upsy14-3.eapc>
- Gómez, B., Puig, B y Evagorou, M. (2020). Primary pre-service teachers' emotions and interest towards insects: an explorative case study. *Journal of Biological Education*, 56(1), 61-76. <https://doi.org/10.1080/00219266.2020.1756896>
- Gómez, M., Gómez, P. y González, P. (2004). Aprendizaje basado en juegos. *Revista ICONO 14. Revista Científica de Comunicación y Tecnologías Emergentes* 2(2), 1-14. <https://doi.org/10.7195/ri14.v2i2.436>
- González, A. & Álvarez, A. (2022). Game-based learning for second language acquisition in higher education. *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation*, 8(2), 114-128. <https://doi.org/10.24310/innoeduca.2022.v8i2.13858>
- Hernández, M. A., Corbacho, I., Sánchez, J. y Cañada, F. (2021). Estudio comparativo de diferentes estrategias de aprendizaje basadas en juegos: desempeño emocional de docentes en formación durante el aprendizaje de las ciencias. *Revista Internacional de Pesquisa em Didática das Ciências e Matemática*, 2, 1-25.
- Hierrezuelo-Osorio, J. M., López-Fernández, M. M. y Franco-Mariscal, A. J. (2023). *El juego de rol como estrategia para una educación crítica. Diseños de profesoras y profesores en formación inicial*. En SK. Gajardo y J. Cáceres-Iglesias (Eds.), *Soñar grande es soñar juntas: En busca de una educación crítica e inclusiva* (pp. 235-249). Octaedro.
- Jaén, M., Esteve, P. y Banos-González, I. (2019). Los futuros maestros ante el problema de la contaminación de los mares por plásticos y el consumo. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(1), 1501. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i1.1501

- Lázaro, A. y Tur, C. (2018). Los cambios de uso del suelo como responsables del declive de polinizadores. *Ecosistemas. Revista científica de ecología y medio ambiente*, 27(2), 23-33. <https://doi.org/10.7818/ECOS.1378>
- López-Fernández, M. M. y Franco-Mariscal, A. J. (2023). *El role-playing como oportunidad para argumentar en ciencias desde el problema social y cultural de la reapertura de una cantera*. En F. M. Sirignano y R. Martínez-Roig (Eds.), Educación, investigación e innovación en red (pp. 77-98). Mc Graw Hill.
- Lopez-Fernández, M. M., González-García, F. y Franco-Mariscal, A. J. (2021). Should we ban single-use plastics? A role-playing game to argue and make decisions in a grade-8 school chemistry class. *Journal of Chemical Education*, 98(12), 3947-3956. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00580>
- López-Fernández, M.M. y Franco-Mariscal, A. J. (2019). Percepciones de estudiantes de secundaria sobre el juego educativo GeneticsHome. *Revista Eletrônica Ludus Scientiae*, 3(2), 1-11. <https://doi.org/10.30691/relus.v3i2.2057>
- Manassero, M. y Vázquez, A. (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), 220201-220216. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i2.2202
- Marcén, C. y Molina, P.J. (2006). *La persistencia de las opiniones de los escolares sobre el Medio Ambiente. Una particular visión retrospectiva desde 1980 a 2005*. Ministerio de Medio Ambiente. https://www.miteco.gob.es/content/dam/mitesco/es/ceneam/articulos-de-opinion/2007_01marcen_tcm30-163503.pdf
- Marrón, M. J. (2001). El juego como estrategia didáctica para favorecer el aprendizaje de la geografía. *Iber: Didáctica de las ciencias sociales, geografía e historia*, (30), 55-68.
- Martin, N. Y. y Arenas, N. E. (2018). Daño colateral en abejas por la exposición a pesticidas de uso agrícola. *Entramado*, 14(1), 232-240. <https://doi.org/10.18041/entramado.2018v14n1.27113>
- Martinet, B., Zambra, E., Przybyla, K., Lecocq, T., Anselmo, A., Nonclercq, D., ... y Hennebert, E. (2021). Mating under climate change: Impact of simulated heatwaves on the reproduction of model pollinators. *Functional Ecology*, 35(3), 739-752. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.13738>
- Mellado, V., Borrachero, A.B., Brígido, M., Melo, L.V., Dávila, M.A., Cañada, F., Conde, M.C., ... y Bermejo, M.L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 11-36. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1478>
- Nath, R., Singh, H. y Mukherjee, S. (2023). Insect pollinators decline: an emerging concern of Anthropocene epoch. *Journal of Apicultural Research*, 62(1), 23-38. <https://doi.org/10.1080/00218839.2022.2088931>
- Obeso, J. R. y Herrera, J. M. (2018). Polinizadores y cambio climático. *Ecosistemas. Revista científica de ecología y medio ambiente*, 27(2), 52-59. <https://doi.org/10.7818/ECOS.1371>

- Padilla, N., Collazos, C. A., Gutiérrez, F. L. y Medina, N. (2012). Videojuegos educativos: Teorías y propuestas para el aprendizaje en grupo. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 22(1), 139-150. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91125275009>
- Pons, L. y de Soto, I. S. (2020). Evaluación de una propuesta de aprendizaje basado en juegos de rol llevada a cabo en la asignatura de Cultura Científica de Bachillerato. *Revista de estudios y experiencias en educación*, 19(39), 123-144. <https://doi.org/10.21703/rexe.20201939pons7>
- Potts, S. G., Biesmeijer, J. C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O. y Kunin, W. E. (2010). Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology & Evolution*, 25(6), 345-353. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.01.007>
- Puig B. y Gómez, B. (2021). Una propuesta didáctica para la enseñanza-aprendizaje de insectos, plantas y el problema de la pérdida de polinizadores. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(3), 320301-3203120. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i3.3203
- Sala, O. E., Stuart Chapin, F. III., Armesto, J. J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., ... y Wall, D. H. (2000). Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, 287(5459), 1770-1774. <https://doi.org/10.1126/science.287.5459.1770>
- Sánchez, J., Cañada, F. y Dávila, M.A. (2018). Emotional responses to Innovative science teaching methods: acquiring emotional data in a general science teacher education class. *Journal of Technology and Science Education*, 8(4), 346-359. <https://doi.org/10.3926/jotse.408>
- Solas, J. L., Suárez, S., Martínez, T., y Ruiz, A. (2023). *Aprendizaje Basado en Juegos como metodología activa en la etapa de Educación Primaria*. Wanceulen SL.
- Sosenski, P. y Domínguez, C. A. (2018). El valor de la polinización y los riesgos que enfrenta como servicio ecosistémico. *Revista mexicana de biodiversidad*, 89(3), 961-970. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2018.3.2168>
- Stefanescu, C., Asís, J. D., Baños, L., Cerdà, X., Marcos, M. A., Micó, E., Ricarte, A. y Tormos, J. (2018). Diversidad de insectos polinizadores en la península ibérica. *Ecosistemas. Revista científica de ecología y medio ambiente*, 27(2), 9-22. <https://doi.org/10.7818/ECOS.1391>
- Trunschke, J., Junker, R. R., Kudo, G., Alexander, J. M., Richman, S. K. y Till-Bottraud, I. (2024). Effects of climate change on plant-pollinator interactions and its multitrophic consequences. *Alpine Botany*, 1-7. <https://doi.org/10.1007/s00035-024-00316-w>
- Urquiza, L. I., Auria, B. A., Daza, S. K., Carriel, F. D. y Navarrete, R. I. (2016). Uso de la realidad virtual, en la educación del futuro en centros educativos del Ecuador. *Journal of Science and Research*, 1(4), 26-30. <https://doi.org/10.26910/issn.2528-8083vol1iss4.2016pp26-30>
- Vargas, J.A., Piattini, M.G., García, L.C. y Genero, M. (2015). Análisis de la evidencia existente sobre la influencia del uso de juegos serios en el aprendizaje en el área de la informática. *ReVisión*, 8(1), 6.
- Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2007). En defensa de las actitudes y emociones en la educación científica (II): evidencias empíricas derivadas de la investigación. *Revis-*

- ta Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(3), 417–441.
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2007.v4.i2.03
- Watanabe, M.E. (2008). Colony Collapse Disorder: Many Suspects, No Smoking Gun. *BioScience*, 58(5), 384-388. <https://doi.org/10.1641/B580503>
- Yélamos, M. S. (2022). Uso y percepciones del profesorado sobre el Aprendizaje Basado en Juegos (ABJ). *HUMAN REVIEW. International Humanities Review / Revista Internacional de Humanidades*, 12(3), 1 - 15.
<https://doi.org/10.37467/revhuman.v11.3956>
- Zabala, S. A., Ardila, D. A., García, L. H. y de Benito, B. L. (2020). Aprendizaje Basado en Juegos (GBL) aplicado a la enseñanza de la matemática en educación superior. Una revisión sistemática de literatura. *Formación universitaria*, 13(1), 13-26.
<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062020000100013>

Anexo. Instrumentos para la recogida de datos

Cuestionario de emociones sentidas durante el juego. Adaptado de Gil y Martínez (2015).

	Muy	Bastante	Algo	Indiferente	Algo	Bastante	Mucho	
Inquietud								Tranquilidad
Estrés								Relajación
Preocupación								Despreocupación
Inseguridad								Seguridad
Disgusto								Agrado
Desconfianza								Confianza
Infelicidad								Felicidad
Aburrimiento								Entusiasmo
Insatisfacción								Satisfacción
Desinterés								Interés

Cuestionario de valoración del juego educativo. Adaptado de Franco-Mariscal et al. (2017).

Lo mejor ha sido ...				
Lo peor ha sido ...				
Del juego mejoraría ...				
Puntúa el juego (1-10)				
Valora cuatro características del juego	Muy poco	Poco	Algo	Mucho
Sencillez				
Utilidad				
Atractivo				
Interés				