



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

Los microbios, ¿buenos o malos?: el juego de mesa “Los microorganismos en nuestra vida”

 **Corbacho Cuello, Isaac**

 **Esteban Gallego, Rocío**

 **Marcos Merino, José María**

 **Hernández del Barco, Miriam Andrea**

Los microbios, ¿buenos o malos?: el juego de mesa “Los microorganismos en nuestra vida”
Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, vol. 20, núm. 3, p. 320101, 2023
Universidad de Cádiz

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92074779006>

DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i3.3202

Experiencias, recursos y otros trabajos

Los microbios, ¿buenos o malos?: el juego de mesa “Los microorganismos en nuestra vida”

Microbes, good or bad?: “Microorganisms in our lifes” board game

Isaac Corbacho Cuello

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas, Facultad de Educación y Psicología, Universidad de Extremadura., España
icorbacho@unex.es

 <https://orcid.org/0000-0003-1768-8270>

Rocío Esteban Gallego

Departamento de Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales, Facultad de Educación, Universidad de Salamanca, España
rocioesteban@usal.es

 <https://orcid.org/0000-0002-4610-4732>

José María Marcos Merino

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas, Facultad de Educación y Psicología, Universidad de Extremadura, España
jmmarcos@unex.es

 <https://orcid.org/0000-0003-0773-2899>

Miriam Andrea Hernández del Barco

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas, Facultad de Formación del Profesorado, Universidad de Extremadura, España
mhdelbarco@unex.es

 <https://orcid.org/0000-0002-3196-0421>

DOI: <https://doi.org/10.25267/>

Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i3.3202

Recepción: 16 Octubre 2022

Revisado: 31 Enero 2023

Aprobación: 11 Marzo 2023



Acceso abierto diamante

Resumen

El eje central de la propuesta didáctica descrita en esta contribución es el abordaje educativo de la pregunta: ¿los microbios son buenos o malos? Los escolares de todos los niveles sufren un bombardeo constante familiar, social y, especialmente, mediático sobre los peligros de los microbios y la necesidad de eliminarlos. Esto genera una biofobia hacia los microbios sobredimensionada, que no se contrarresta con los exiguos contenidos de microbiología de los currículos educativos. Dada esta situación, es necesario desarrollar nuevos materiales educativos innovadores para la enseñanza de los microorganismos y su relación (tanto positiva como negativa) con los seres humanos. En esta contribución se describe un juego de mesa didáctico sobre microbiología, que aborda, además de los virus, diferentes tipos de microorganismos, tanto beneficiosos como perjudiciales y oportunistas, así como sus características y su relación con el ser humano. Esta relación se aborda a través de una serie de eventos que comprenden vacunas, antibióticos, sexo, higiene, alimentación, medio ambiente, biotecnología, etc. Se trata de un recurso

educativo versátil, fácilmente adaptable a distintos niveles de enseñanza, con el que es posible abordar los microorganismos desde la Educación Primaria hasta la Educación Superior, incluyendo dentro de esta la formación inicial del profesorado.

Palabras clave: Microbiología, ABJ, Juego de mesa, Enseñanza activa, Educación Primaria, Formación del profesorado.

Abstract

The central axis of the didactic proposal described in this contribution is the educational approach to the question: are microbes good or bad? Schoolchildren of all levels suffer a constant family, social and, especially media, bombardment about the dangers of microbes and the need to eliminate them. This generates an oversized biophobia towards microbes, which is not counteracted by the meager content of microbiology in educational curricula. Given this situation, it is necessary to develop new innovative educational materials for the teaching of microorganisms and their relationship (both positive and negative) with human beings. This contribution describes a didactic board game on microbiology, which addresses, in addition to viruses, different types of microorganisms, both beneficial and harmful, and opportunistic, as well as their characteristics and their relationship with humans. This relationship is addressed through a series of events that include vaccines, antibiotics, sex, hygiene, food, environment, biotechnology, etc. It is a versatile educational resource, easily adaptable to different levels of education, with which it is possible to approach microorganisms from Primary Education to Higher Education, including initial teacher training.

Keywords: Microbiology, GBL, Board game, Active teaching, Primary education, Teacher training.

Introducción: el aprendizaje basado en juegos

Tradicionalmente, la enseñanza de las ciencias ha seguido un enfoque academicista, basado en la transferencia de contenidos y conocimiento, donde el docente ha ocupado el rol protagonista y el alumno era un mero receptor de información: una forma realmente alejada de lo que verdaderamente significa hacer ciencia (Vázquez y Manassero, 2018). Sin embargo, las últimas décadas se encuentran marcadas por cambios y transformaciones en las políticas educativas que dirigen los procesos de enseñanza a un aprendizaje integral, crítico, innovador y que promueve el desarrollo de habilidades personales (como la responsabilidad, el manejo del tiempo, la confianza, la empatía, etc.), además de las cognitivas (Murga-Menoyo, 2015). Con ello, han surgido diferentes metodologías y estrategias didácticas que se sustentan en la idea de que, los estudiantes aprenden mejor cuando pueden implementar y poner en práctica sus conocimientos (Sánchez-Martín *et al.*, 2020), como el Aprendizaje Basado en Proyectos, la Indagación, el Aprendizaje-Servicio o el Aprendizaje Basado en Juegos (ABJ).

El juego constituye una actividad necesaria y eficaz en el aprendizaje para la vida, no sólo en los humanos, todos los mamíferos lo practican desde su nacimiento: los cachorros de las diferentes especies se inician en la adquisición y el desarrollo de habilidades a través de él, otorgándole un papel destacable en los procesos cognitivos y en el aprendizaje. Existen numerosas definiciones de juego, tanto referidas al contexto educativo como a fuera de éste. Según la establecida por Kirikkaya *et al.* (2010), un juego puede describirse como una *actividad placentera desarrollada, en un determinado espacio durante un tiempo limitado, bajo unas reglas establecidas y en la que los participantes ejecutan una serie de habilidades mentales y/o físicas*. Se trata de una actividad libre, pero con reglas que el jugador acepta de forma voluntaria (Legerén y Rada, 2014).

Respecto al papel del juego en el contexto educativo, Piaget (1978) y Vigotski (2012) han sido grandes defensores del uso de juegos en la enseñanza por sus potencialidades y por facilitar la adquisición de aprendizajes. Investigaciones educativas más recientes han comprobado que el uso de juegos en el aula influye en distintos procesos cognitivos y en el aprendizaje, lo que justifica su uso en ambientes académicos como recurso de enseñanza (Melo y Hernández, 2014). Actualmente, cada vez son más los docentes que utilizan el juego con el fin último de enseñar, que se animan a implementar el juego como vehículo para trabajar unos conceptos determinados (Sebastiány, 2013; Rodríguez-Oroz *et al.*, 2019; González-Robles y Vázquez-Vilches, 2022). Así, el juego ha pasado de ser un recurso relegado a la etapa de Educación Infantil, en la que, tradicionalmente, la enseñanza a través del juego ha sido plena, puesto que no se concibe aprender de otra forma en esas edades, a utilizarse en todas las etapas educativas, incluida la Educación Superior (Cañada-Cañada *et al.*, 2021). En los niveles superiores de educación, el juego está dejando de ser considerado una forma exclusiva de diversión para pasar a ser una herramienta educativa más, complementando así las estrategias didácticas basadas en el esfuerzo que mayoritariamente se utilizan para la enseñanza en estas etapas.

La enseñanza de las ciencias mediante juegos: perspectivas cognitiva y afectiva

Desde los años 70 del siglo XX, se han comercializado libros y materiales didácticos que incluyen actividades basadas en el juego (Andreu y García, 2000). Esta incorporación del juego al elenco de recursos didácticos ha generado que, en la literatura científica, existan numerosas investigaciones donde se analiza la influencia del juego, como recurso didáctico, en el desarrollo afectivo, cognitivo y comunicativo de los alumnos (Melo y Hernández, 2014), tanto en diferentes disciplinas como en las distintas etapas educativas.

La dimensión emocional de los estudiantes está relacionada con su aprendizaje. Los aspectos afectivos del alumnado, como son el interés, la actitud, las emociones, o la motivación hacia el aprendizaje de las ciencias, tienen un impacto significativo en sus resultados de aprendizaje (Mellado *et al.*, 2014). Por lo tanto, generar un clima de aula positivo, con actividades motivadoras y cercanas al día a día de los estudiantes favorece que el aprendizaje sea más efectivo. En este contexto, el juego, y en concreto el juego de mesa, es un recurso didáctico que puede favorecer estos aspectos afectivos, dado su componente placentero

para los alumnos. Los juegos de mesa aumentan la motivación de los estudiantes y su participación en las clases (Baines y Slutsky, 2009), lo que conlleva una mejora significativa de diferentes habilidades sociales y académicas. De este modo, los juegos de mesa son una herramienta básica para hacer las clases más amenas, interactivas y para captar la atención de los alumnos (Andreu y García, 2000). Además, con el desarrollo de juegos de mesa, el estudiante se convierte en el protagonista activo de la construcción del conocimiento, de forma opuesta a lo que ocurre con la enseñanza tradicional de las ciencias basada en modelos expositivos (Melo, 2017), favoreciendo la creatividad y la curiosidad (Melo y Hernández, 2014) y produciendo una mejora emocional y cognitiva en los estudiantes (Liévano y Leclerq, 2013). A mayores, proporcionan a los jugadores una sensación de logro que contribuye a mejorar la adquisición de conocimientos (Dingui *et al.*, 2020).

En relación al rendimiento académico, la adquisición de conocimiento se puede facilitar si se trabaja en entornos lúdicos. En concreto, se ha comprobado que los juegos de mesa son estrategias eficaces para la enseñanza de contenidos de diversas disciplinas (Kirikkaya *et al.*, 2010), como es la biología (Campos *et al.*, 2003; Spiegel *et al.*, 2008; Melo y Hernández, 2014; Melo, 2017) o la ecología (González-Robles y Vázquez-Vilches, 2022). Los juegos, además de favorecer la adquisición de información, permiten al estudiante establecer relaciones con su entorno más cercano (Melo, 2017); esto resulta fundamental en la enseñanza de la biología y de otras ciencias experimentales, ya que puede constituir una vía a través de la cual vincular los contenidos impartidos con la vida diaria de los alumnos y, por tanto, introducir las interacciones Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS). Resaltar la aplicabilidad de los contenidos científicos impartidos tiene también un fuerte componente motivador para el alumnado (Hulleman y Harackiewicz, 2009).

El uso del juego en el contexto educativo, al tratarse de actividades de carácter colectivo, fomenta la participación activa de los alumnos (Palacino, 2007; Melo, 2017) y, según Edo y Deulofeu (2006), introduce componentes tanto cooperativos (al favorecer la interacción de los alumnos aumenta la frecuencia con la que éstos realizan ayudas mutuas) como competitivos (lo cual puede favorecer a cierto perfil del alumnado). Además, también permite el desarrollo de competencias comunicativas, tales como nombrar, clasificar, describir, relacionar, establecer relaciones causa-efecto, argumentar, crear alternativas, validar o refutar razonamientos, escuchar, dialogar, negociar (Palacino, 2007; Melo, 2017); competencias de trabajo en equipo, como respetar reglas (Kirikkaya *et al.*, 2010); y competencias en la resolución de problemas y la toma de decisiones relacionadas con los contenidos impartidos (Lewis *et al.*, 2005), por ejemplo, un juego con el diseño adecuado puede fomentar compromiso pro-ambiental de los jugadores, además de la motivación (González-Robles y Vázquez-Vilches, 2022).

En su conjunto, los resultados de estas investigaciones ponen de manifiesto la idoneidad de diseñar e implementar juegos de mesa como estrategia para la enseñanza de contenidos de ciencias, contemplando la dimensión afectiva de los estudiantes. Los juegos no son la única estrategia ni se ha demostrado que sea la mejor de todas, pero constituyen un instrumento más para desarrollar sesiones alternativas a la enseñanza tradicional (Andreu y García, 2000), son una manera de aprender de un modo diferente (Melo, 2017). El juego ofrece una oportunidad a la comunidad educativa de adaptar cualquier contenido curricular, adoptando un enfoque multidisciplinar y contextualizado en un ambiente real que mejora las experiencias de aula de los estudiantes.

Los juegos de mesa como recurso para abordar las dificultades de enseñanza de los microorganismos

La enseñanza de los microorganismos se inicia en la Educación Primaria, etapa en la cual los alumnos ya presentan numerosas ideas alternativas que, en general, refuerzan la visión negativa de los microorganismos como agentes patógenos, obvian su importancia para la salud de los seres humanos y no reconocen el relevante papel de los mismos en numerosos procesos biotecnológicos, económicos e industriales (Ballesteros *et al.*, 2018). Los errores conceptuales son concepciones muy resistentes al cambio y difícilmente modificables con estrategias de enseñanza tradicional, por lo que suelen mantenerse tras la educación obligatoria (Byrne, 2011); por ejemplo, en estudiantes universitarios sigue habiendo confusión

entre los términos virus y bacteria (Simonneaux, 2000), o identificación de los virus como seres vivos, junto con las bacterias y levaduras (Jones, *et al.*, 2013; Marcos-Merino y Esteban, 2017). Además de la presencia de estos errores conceptuales, los microorganismos no son un contenido motivante para los alumnos, puesto que generan emociones negativas en la mayoría de ellos; además suelen relacionarlos con términos como *agresividad*, *maldad*, *enfermedad* o *peligro* (Karandon y Sahin, 2010). Por estas razones, el trabajar la fobia hacia los microorganismos debería ser uno de los principales objetivos de la enseñanza de las ciencias en las etapas obligatorias (Timmis *et al.*, 2019). Los errores conceptuales y emociones negativas hacia los microorganismos están presentes no sólo en los alumnos de Educación Primaria, sino también en la población en general (Timmis *et al.*, 2019); así como en los docentes en activo y en formación (Marcos-Merino y Esteban, 2018). Estos últimos son una de las principales fuentes de los errores conceptuales de los alumnos sobre el mundo microbiano, junto con los libros de texto, el lenguaje cotidiano y los medios de comunicación (Jones y Rua, 2006).

Ante esta situación, es necesario diseñar recursos efectivos y motivantes para la enseñanza de los microorganismos, como son, por ejemplo, las actividades desarrolladas bajo enfoques prácticos y activos (Harms, 2002; Faccio *et al.*, 2013; Rojas, 2018). En la literatura se encuentran numerosos ejemplos de juegos desarrollados para enseñanza de diferentes conceptos biológicos, relacionados con la biología celular, la genética, la ecología, etc. (Melo y Hernández, 2014; Sanz *et al.*, 2021; González-Robles y Vázquez-Vilches, 2022). Sin embargo, la mayor parte de estos recursos se encuadran dentro de la Educación Secundaria, adoleciendo de ejemplos de juegos que también se puedan emplear para la enseñanza de conceptos biológicos básicos en Educación Primaria. En este trabajo se presenta un juego mesa: “Los microorganismos en nuestra vida” (licencia Ceative Commons). Es un recurso didáctico que los docentes de distintos niveles educativos pueden utilizar para: i) enseñar los principales tipos de microorganismos contextualizando los beneficios que aportan o perjuicios que causan al ser humano; ii) identificar a los virus como agentes acelulares; iii) actuar sobre las ideas alternativas relativas a los microorganismos para intentar modificarlas; iv) resaltar las aplicaciones de los mismos en vida cotidiana de sus alumnos y v) mejorar las actitudes de estos hacia este grupo de seres vivos tan relevante para la vida de los seres humanos. El diseño del juego permite su adaptación a las distintas etapas, desde la Educación Primaria hasta la educación superior (incluyendo la formación inicial docente). El objetivo de este trabajo es ofrecer, como recurso didáctico, el juego “Los microorganismos en nuestra vida” a la comunidad educativa. Para ello, se describen sus elementos (tablero, cartas) y la mecánica del juego; así como su adaptación e implementación con alumnos de dos muestras distintas: Educación Primaria y Grado de Maestro en Educación Primaria.

Diseño del juego de mesa “Los microorganismos en nuestra vida”

Desde su diseño original, la propuesta didáctica que se presenta en este trabajo ha evolucionado a lo largo de los últimos años, de modo que ha ido ampliando los contenidos trabajados y el perfil y el nivel educativo de los alumnos con los cuales ha sido implementada. Para la elaboración de la primera versión del juego de mesa se tomó como inspiración el juego “*Gut Check: The Microbiology Game*”, de David Coil, el cual se encuentra bajo una licencia Creative Commons de Atribución (CC BY). El juego de Coil incluía conceptos complejos para la enseñanza de la microbiología en la Educación Superior como plásmidos, transferencia lateral de genes, resistencias a antibióticos, trasplante fecal, etc., aspectos muy complejos de abordar con el alumnado al que originalmente estaba destinada la propuesta. Por tanto, partiendo de la propuesta de Coil, y conservado algunos aspectos del juego original, se reelaboraron la mayor parte de los contenidos. Las cartas de juego se elaboraron tomando como inspiración las cartas incluidas en el juego “*Gut Check: The Microbiology Game*”, pero se han confeccionado con un diseño y un contenido muy diferente.

La primera versión del juego se elaboró, durante el curso 2017-2018, para ser utilizada como material de divulgación científica con alumnado de Educación Primaria (5º y 6º curso, entre 10 y 12 años), en la Noche Europea de los Investigadores en la Universidad de Extremadura. Esta propuesta original giraba en torno al juego de mesa como eje central, el cual se acompañaba de una presentación, como actividad introductoria

de contextualización, y de una exposición como actividad de finalización. Su objetivo era acercar el mundo de los microorganismos a los alumnos de Educación Primaria, centrándose en los microorganismos que habitan en el tracto gastrointestinal humano y haciendo especial énfasis en su componente beneficioso, el más desconocido por la población, pero imprescindible para una educación científica básica. En todo momento se intentó mantener toda la rigurosidad científica posible, aunque en algunos casos la complejidad de algunos conceptos tuvo que ser adaptada al nivel educativo de los participantes (por ejemplo, con el tratamiento de las interacciones microbio-hospedador).

La versión inicial del juego también se implementó, durante el mismo curso con estudiantes del Grado de Maestro de Educación Primaria, en la Facultad de Educación y Psicología de la Universidad de Extremadura, como un seminario de la asignatura Conocimiento del Medio Natural en Educación Primaria. En este caso, el objetivo de la implementación fue doble: i) trabajar los contenidos de microbiología incluidos en el juego y ii) abordar los juegos didácticos como herramienta para la enseñanza de las ciencias en su futuro desempeño profesional. Un total de 160 futuros maestros probaron el juego (Rojas, 2018). Los resultados de esta implementación inicial revelaron que el juego de mesa era una herramienta eficaz para el tratamiento de conceptos microbiológicos básicos y errores conceptuales relacionados, y que motivaba a los alumnos para la enseñanza y el aprendizaje de los microorganismos (Rojas, 2018).

En base a la experiencia obtenida, tanto con alumnos universitarios como de Educación Primaria, se introdujeron una serie de modificaciones y mejoras en el juego para aumentar su potencial educativo, ampliar el perfil de alumnos que pueden jugar, extender los contenidos más allá de los microorganismos del tracto intestinal (incluyendo numerosos eventos de la vida cotidiana relacionados con los microbios) y ajustar la dinámica del juego. Además, en la versión inicial, la decoración del tablero incluía caricaturas antropomórficas de microorganismos que han sido sustituidas por siluetas de distintas morfologías de microorganismos (más neutras).

Relación del juego con el currículo de las diferentes etapas educativas

La versión actual del juego de mesa “Los microorganismos en nuestra vida” es lo suficientemente versátil para ser utilizada con alumnos de Educación Primaria, Educación Secundaria o de Educación Superior. Para ello, sólo es necesario elegir las tarjetas más apropiadas para nivel y madurez de los alumnos, y realizar la actividad inicial de contextualización y la final de discusión adaptadas y dirigidas al grupo con el que se vaya a utilizar el juego. En Educación Primaria, el juego podría emplearse al trabajar el saber básico A.2 *La vida en nuestro planeta*, incluido en el currículo educativo de Conocimiento del medio natural y social, de esta etapa como una de las enseñanzas mínimas (Real Decreto 157/2022). Dentro de este saber básico, el juego se puede relacionar concretamente con: *Necesidades básicas de los seres vivos*, *Adaptaciones de los seres vivos*, *Clasificación e identificación de los seres vivos*, *Relaciones entre los seres vivos*, *Aspectos básicos de las funciones vitales del ser humano desde una perspectiva integrada*, y muy especialmente con los *Hábitos saludables*. En el caso de la Educación Secundaria Obligatoria (Real Decreto 217/2022), el juego permite abordar los siguientes saberes básicos de Biología y Geología: d) Diferenciación y clasificación de los seres vivos, g) Hábitos saludables, y h) Salud y enfermedad. En Bachillerato, el juego puede ser una herramienta muy adecuada para el saber básico g) Los microorganismos y formas acelulares, del currículo de Biología, Geología y Ciencias Medioambientales; y también para los saberes básicos e) Biotecnología y f) Inmunología, de la asignatura Biología (Real Decreto 243/2022). Por último, en los estudios de formación de los futuros maestros, en el Grado de Educación Primaria este juego es especialmente útil en las asignaturas de Didáctica de las Ciencias Experimentales, presentes en los diferentes planes de estudios del Grado.

Objetivos didácticos

La implementación del juego de mesa “Los microorganismos en nuestra vida” permite acercar al alumnado la diversidad microbiana (trabajando los principales grupos de microorganismos como bacterias,

protozoos y hongos, así como géneros y especies relevantes dentro de cada grupo), abordar la relación de los microorganismos con los seres humanos (diferenciando entre patógenos, beneficiosos y oportunistas), relacionar los microorganismos con eventos cotidianos de los alumnos (como la salud o la alimentación) y comparar los microorganismos con agentes acelulares como los virus.

Dentro de los aspectos anteriormente mencionados, el juego permite abordar cuestiones relevantes como: a) la utilidad de los prebióticos y probióticos, las vacunas o los preservativos, por ejemplo; b) las aplicaciones de los antibióticos y los efectos de la automedicación o de su abuso; c) el flujo de microorganismos entre los seres humanos y entre ellos y su entorno (mascotas, alimentos, etc.); d) la importancia de los microorganismos en los ecosistemas; y e) los beneficios para el ser humano de los microorganismos en la salud y en los procesos biotecnológicos.

En el caso concreto de que el juego se implemente con maestros en formación inicial, el juego permite a estos alumnos un aprendizaje experiencial al vivenciar ellos mismos la enseñanza a través de juegos didácticos.

Actividad previa de contextualización

Para evitar que la parte lúdica eclipse a la parte educativa, es imprescindible realizar una actividad previa de contextualización y otra final de síntesis o conclusión. En ellas se debe hacer visible y patente que el objetivo del juego es aprender y conocer mejor los microorganismos que nos rodean, para entender su papel en nuestra vida.

Antes de comenzar con el juego se proyecta una presentación que introduce a los participantes en el mundo de los microorganismos, cuya finalidad es contextualizar el juego de mesa, así como acercarse a sus ideas previas de Microbiología. Bajo la guía del docente, se busca detectar y abordar preconceptos erróneos, enriqueciendo las ideas que ya puedan tener los participantes, así como repasar los principales grupos de microorganismos y hacer un balance somero de los aspectos positivos y negativos relativos a cada grupo. Como se ha indicado anteriormente, esta actividad debe ser adaptada al nivel de los alumnos participantes (Figura 1). En el caso de los docentes en formación inicial, esta presentación introductoria también aborda a los juegos didácticos como herramientas educativas, incluyendo sus potencialidades y algunos aspectos básicos sobre su diseño e implementación en Educación Primaria.

¿Qué son los microbios?

Los microbios son seres vivos que son tan pequeñitos que no se pueden ver a simple vista.

Estas pequeñas criaturas están en todos sitios, incluso sobre nuestro cuerpo y dentro de él.

Pero no hay que preocuparse, la mayoría de los microbios son inofensivos para las personas.



¿BUENOS O MALOS?

	Cosas buenas	Cosas malas
VIRUS		
BACTERIAS	    	 
ALGAS	 	
HONGOS	  	 
PROTOZOOS	 	

Figura 1.

Ejemplo de dos de las diapositivas utilizadas en la actividad de contextualización con alumnos de Educación Primaria. En la versión actual del juego se han eliminados las características antropomórficas de los microorganismos.

El tablero de juego

El tablero de juego (Figura 2) consta de un recorrido con 50 casillas, incluyendo una casilla de *Salida* (casilla 1) al principio, y una de *Meta* o llegada al final (casilla 50). En la zona central del tablero se encuentran dos espacios denominados *Tomar* y *Soltar*. En el primero se coloca un montón de cartas (del

cual los participantes tienen que ir cogiendo según avance el juego), mientras que en el segundo van dejando las cartas que se vayan descartando según indique la dinámica del juego (ver *Reglas del juego*, más adelante).

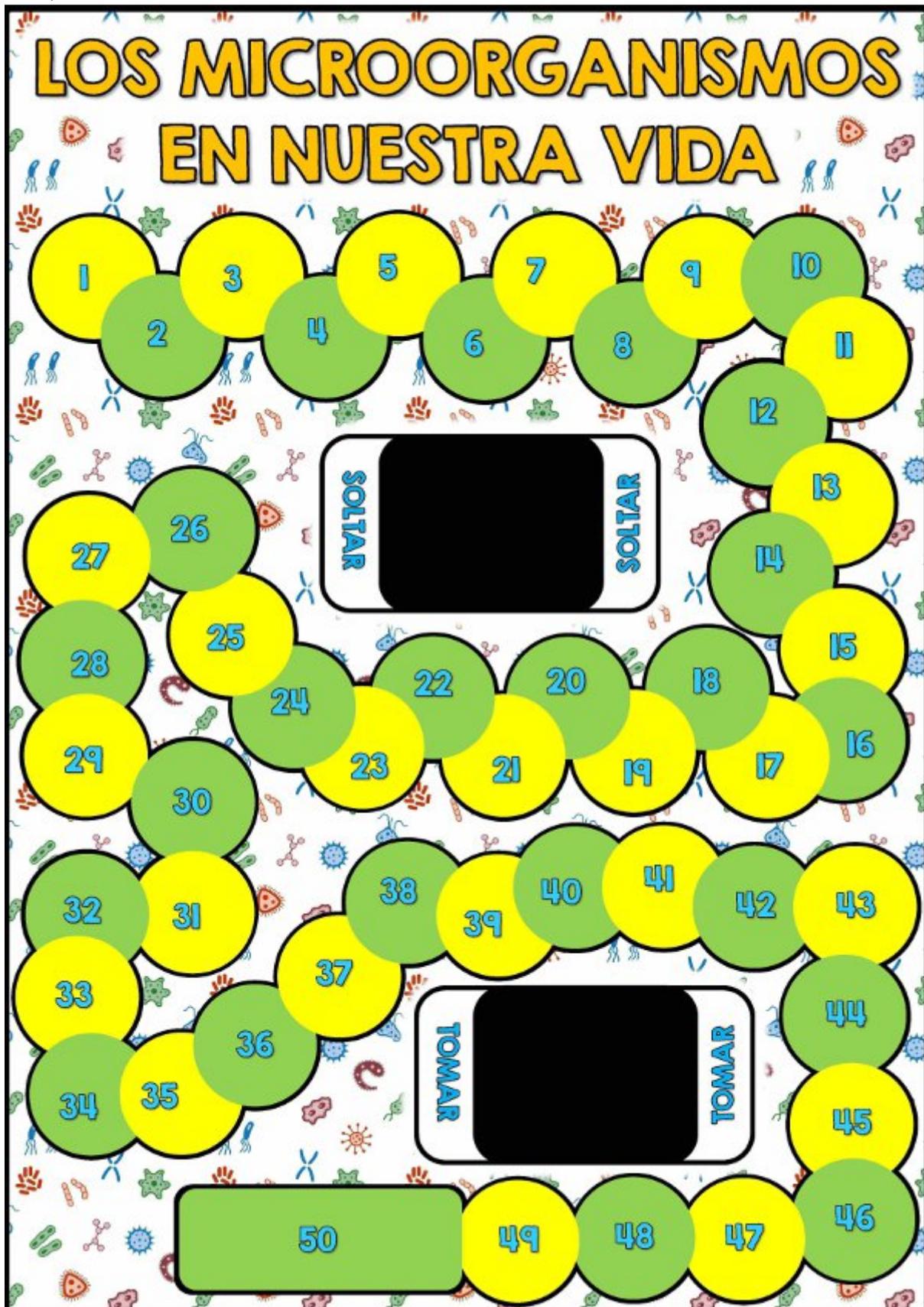


Figura 2
Vista general del tablero de juego

Las cartas de juego

El juego se compone de un total de 131 cartas, que pertenecen a dos grupos diferentes: cartas de microorganismos y virus (104 cartas), y cartas de eventos (27 cartas).

Las cartas de microorganismos y virus (Tabla 1) pueden hacer referencia a bacterias, hongos, protozoos y virus, que tienen especial relevancia para la vida cotidiana (ya sea por su relación con la salud, su papel en el medio ambiente o su uso en biotecnología). Todas están ilustradas con: i) una imagen (de dominio público) del microorganismo o virus al que representan; ii) la palabra *beneficioso*, *patógeno* u *oportunista* según su carácter; iii) una breve descripción de su importancia o de su acción beneficiosa y/o perjudicial para el ser humano; iv) un símbolo con una puntuación y v) el nombre científico de la especie o agente acelular (cuando existen varias especies de un mismo género que cumplen un mismo papel, como por ejemplo, ser empleadas para una misma aplicación biotecnológica o producir una misma enfermedad, sólo se indica el nombre del género). La puntuación indica que, según las reglas del juego, los microorganismos patógenos y los virus implican la pérdida de 2 puntos (-2), los microorganismos beneficiosos implican la ganancia de 1 punto (+1) y los oportunistas pueden suponer ganancia o pérdida de puntos (+1 o -1) según se indique durante el juego. Las cartas correspondientes a microorganismos beneficiosos son de color verde (Figura 3), las de los microorganismos patógenos y virus de color rojo (Figura 4) y las de los microorganismos oportunistas son de color amarillo (Figura 5). Asimismo, se incluyen cartas de microorganismos importantes desde el punto de vista de la biotecnología y la microbiología industrial (de color azul) y microorganismos de importancia ambiental (en color verde-marrón) (Figura 6).

El número de cartas de cada tipo de microorganismo, así como sus puntuaciones, han sido ajustados para que haya más cartas de microorganismos beneficiosos y para que el balance de puntos esté equilibrado. Las 30 cartas de microorganismos patógenos suponen -60 puntos, por lo que las cartas de microorganismos beneficiosos son el doble (60 cartas) que suman un total de +60 puntos. Además, las 13 cartas de microorganismos oportunistas pueden sumar o restar puntos, según el desarrollo del juego.

Tabla 1

Nombre de los microorganismos y virus incluidos en las cartas de juego, y sus características: carácter (beneficiosos, patógenos u oportunistas); ámbito (salud, biotecnología o medio ambiente), tipo (virus, bacteria, protozoo u hongo) y puntuación (-1; +1 o +2).

Beneficiosos				
Microorganismo	Ámbito	Carácter	Tipo	Puntos
<i>Acetobacter</i> (x2)	Biotecnología	Beneficioso	Bacteria	+1
<i>Aspergillus</i> (x2)	Biotecnología	Beneficioso	Hongo	+1
<i>Azotobacter</i> (x2)	Medio ambiente	Beneficioso	Bacteria	+1
<i>Bacillus</i> (x2)	Biotecnología	Beneficioso	Bacteria	+1
<i>Bacillus thuringiensis</i> (x2)	Medio ambiente	Beneficioso	Bacteria	+1
<i>Bacteroides ovatus</i> (x2)	Salud	Beneficioso	Bacteria	+1
<i>Bifidobacterium bifidum</i> (x2)	Salud	Beneficioso	Bacteria	+1
<i>Clostridium</i> (x2)	Biotecnología	Beneficioso	Bacteria	+1
<i>Gluconobacter</i> (x2)	Biotecnología	Beneficioso	Bacteria	+1
Hongos micorrizicos (x2)	Medio ambiente	Beneficioso	Hongo	+1
<i>Kluyveromyces fragilises</i> (x2)	Biotecnología	Beneficioso	Hongo	+1
<i>Lactobacillus</i> (x2)	Salud	Beneficioso	Bacteria	+1
<i>Lactobacillus</i> (x2)	Biotecnología	Beneficioso	Bacteria	+1
<i>Lactobacillus acidophilus</i> (x2)	Salud	Beneficioso	Bacteria	+1
<i>Lactobacillus brevis</i> (x2)	Salud	Beneficioso	Bacteria	+1
<i>Lactobacillus plantarum</i> (x2)	Salud	Beneficioso	Bacteria	+1
<i>Lactococcus</i> (x2)	Biotecnología	Beneficioso	Bacteria	+1
<i>Methanobrevibacter smithii</i> (x2)	Salud	Beneficioso	Bacteria	+1
<i>Micavibrio aeruginosavorous</i> (x2)	Salud	Beneficioso	Bacteria	+1
<i>Penicillium</i> (x4)	Biotecnología	Beneficioso	Hongo	+1
<i>Rhizobium</i> (x2)	Medio ambiente	Beneficioso	Bacteria	+1
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> (x6)	Biotecnología	Beneficioso	Hongo	+1
<i>Streptococcus</i> (x2)	Biotecnología	Beneficioso	Bacteria	+1
<i>Streptococcus thermophilus</i> (x2)	Salud	Beneficioso	Bacteria	+1
<i>Streptomyces</i> (x2)	Biotecnología	Beneficioso	Bacteria	+1
<i>Trichosporum cutaneum</i> (x2)	Biotecnología	Beneficioso	Hongo	+1
<i>Yarrowia lipolytica</i> (x2)	Biotecnología	Beneficioso	Hongo	+1

Tabla 1. Continuación

Nombre de los microorganismos y virus incluidos en las cartas de juego, y sus características: carácter (beneficiosos, patógenos u oportunistas); ámbito (salud, biotecnología o medio ambiente), tipo (virus, bacteria, protozoo u hongo) y puntuación (-1; +1 o +2)

Patógenos				
Microorganismo	Ámbito	Carácter	Tipo	Puntos
<i>Aspergillus</i>	Salud	Patógeno	Hongo	-2
<i>Campylobacter jejuni</i>	Salud	Patógeno	Bacteria	-2
<i>Chlamydia trachomatis</i>	Salud	Patógeno	Bacteria	-2
<i>Clostridium botulinum</i>	Salud	Patógeno	Bacteria	-2
<i>Clostridium difficile</i>	Salud	Patógeno	Bacteria	-2
<i>Clostridium tetani</i>	Salud	Patógeno	Bacteria	-2
<i>Haemophilus influenzae</i>	Salud	Patógeno	Bacteria	-2
<i>Leishmania</i>	Salud	Patógeno	Protozoo	-2
<i>Mycobacterium leprae</i>	Salud	Patógeno	Bacteria	-2
<i>Neisseria gonorrhoeae</i>	Salud	Patógeno	Bacteria	-2
<i>Neisseria meningitidis</i>	Salud	Patógeno	Bacteria	-2
<i>Plasmodium</i>	Salud	Patógeno	Protozoo	-2
<i>Salmonella enterica</i>	Salud	Patógeno	Bacteria	-2
<i>Salmonella typhimurium</i>	Salud	Patógeno	Bacteria	-2
<i>SARS-CoV-2</i>	Salud	Patógeno	Virus	-2
<i>Shigella flexneri</i>	Salud	Patógeno	Bacteria	-2
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	Salud	Patógeno	Bacteria	-2
<i>Toxoplasma gondii</i>	Salud	Patógeno	Protozoo	-2
<i>Treponema pallidum</i>	Salud	Patógeno	Bacteria	-2
<i>Trypanosoma brucei</i>	Salud	Patógeno	Protozoo	-2
<i>Vibrio cholerae</i>	Salud	Patógeno	Bacteria	-2
Virus de Epstein-Barr	Salud	Patógeno	Virus	-2
Virus de la gripe	Salud	Patógeno	Virus	-2
Virus de la parotiditis	Salud	Patógeno	Virus	-2
Virus de la rubeola	Salud	Patógeno	Virus	-2
Virus de la varicela	Salud	Patógeno	Virus	-2
Virus del herpes	Salud	Patógeno	Virus	-2
Virus del papiloma humano	Salud	Patógeno	Virus	-2
Virus del sarampión	Salud	Patógeno	Virus	-2
Virus del sida	Salud	Patógeno	Virus	-2
<i>Yersinia pestis</i>	Salud	Patógeno	Bacteria	-2

Tabla 1. Continuación

Nombre de los microorganismos y virus incluidos en las cartas de juego, y sus características: carácter (beneficiosos, patógenos u oportunistas); ámbito (salud, biotecnología o medio ambiente), tipo (virus, bacteria, protozoo u hongo) y puntuación (-1; +1 o +2).

Oportunistas				
Microorganismo	Ámbito	Carácter	Tipo	Puntos
<i>Actinomyces</i>	Salud	Oportunista	Bacteria	+1 / -1
<i>Bifidobacterium longum</i>	Salud	Oportunista	Bacteria	+1 / -1
<i>Candida albicans</i>	Salud	Oportunista	Hongo	+1 / -1
<i>Escherichia coli</i>	Salud	Oportunista	Bacteria	+1 / -1
<i>Fusobacterium nucleatum</i>	Salud	Oportunista	Bacteria	+1 / -1
<i>Helicobacter pylori</i>	Salud	Oportunista	Bacteria	+1 / -1
<i>Lactobacillus reuteri</i>	Salud	Oportunista	Bacteria	+1 / -1
<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	Salud	Oportunista	Bacteria	+1 / -1
<i>Malassezia globosa</i>	Salud	Oportunista	Hongo	+1 / -1
<i>Prevotella melaninogenica</i>	Salud	Oportunista	Bacteria	+1 / -1
<i>Propionibacterium acnes</i>	Salud	Oportunista	Bacteria	+1 / -1
<i>Pseudomonasa aeruginosa</i>	Salud	Oportunista	Bacteria	+1 / -1
<i>Treponema carateum</i>	Salud	Oportunista	Bacteria	+1 / -1



Figura 3

Algunos ejemplos de cartas de microorganismos beneficiosos para la salud.

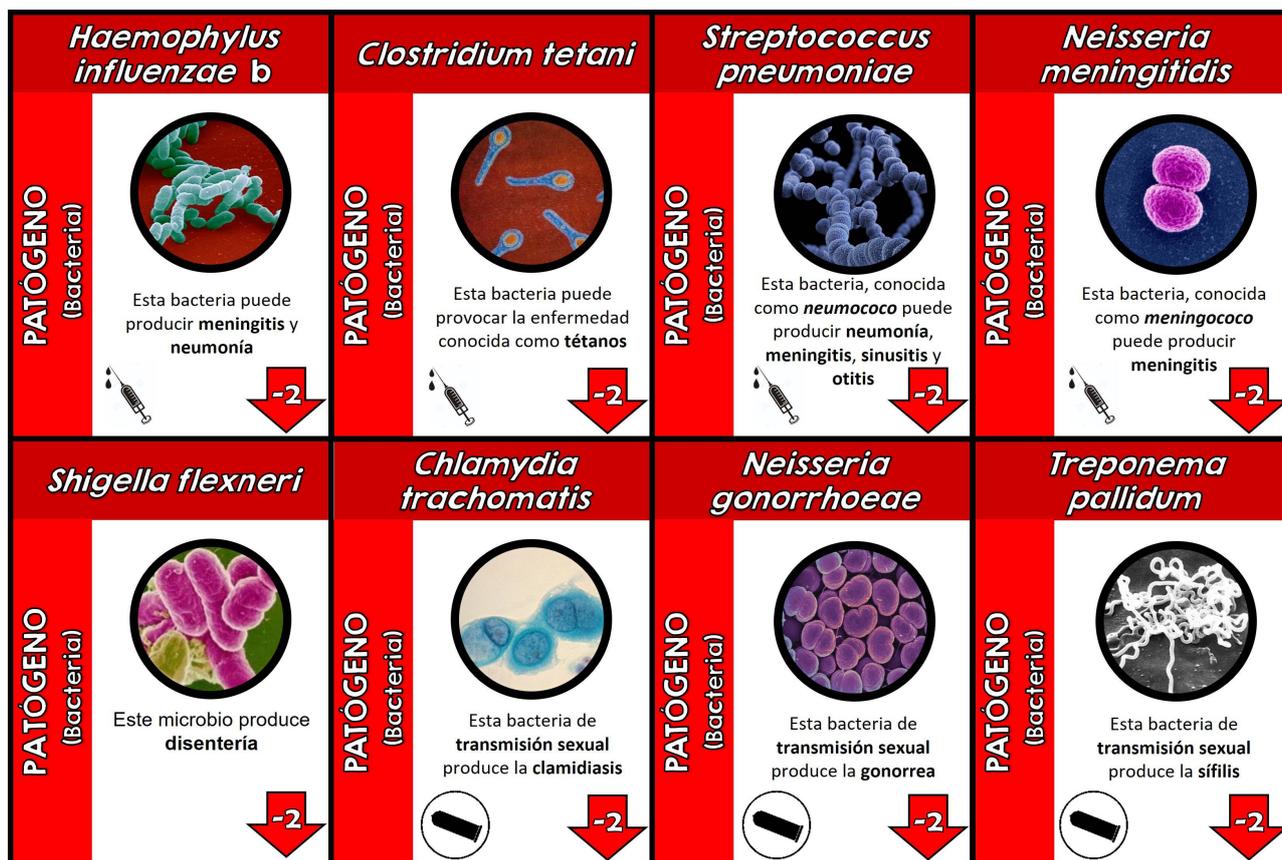


Figura 4.

Algunos ejemplos de cartas de microorganismos patógenos.

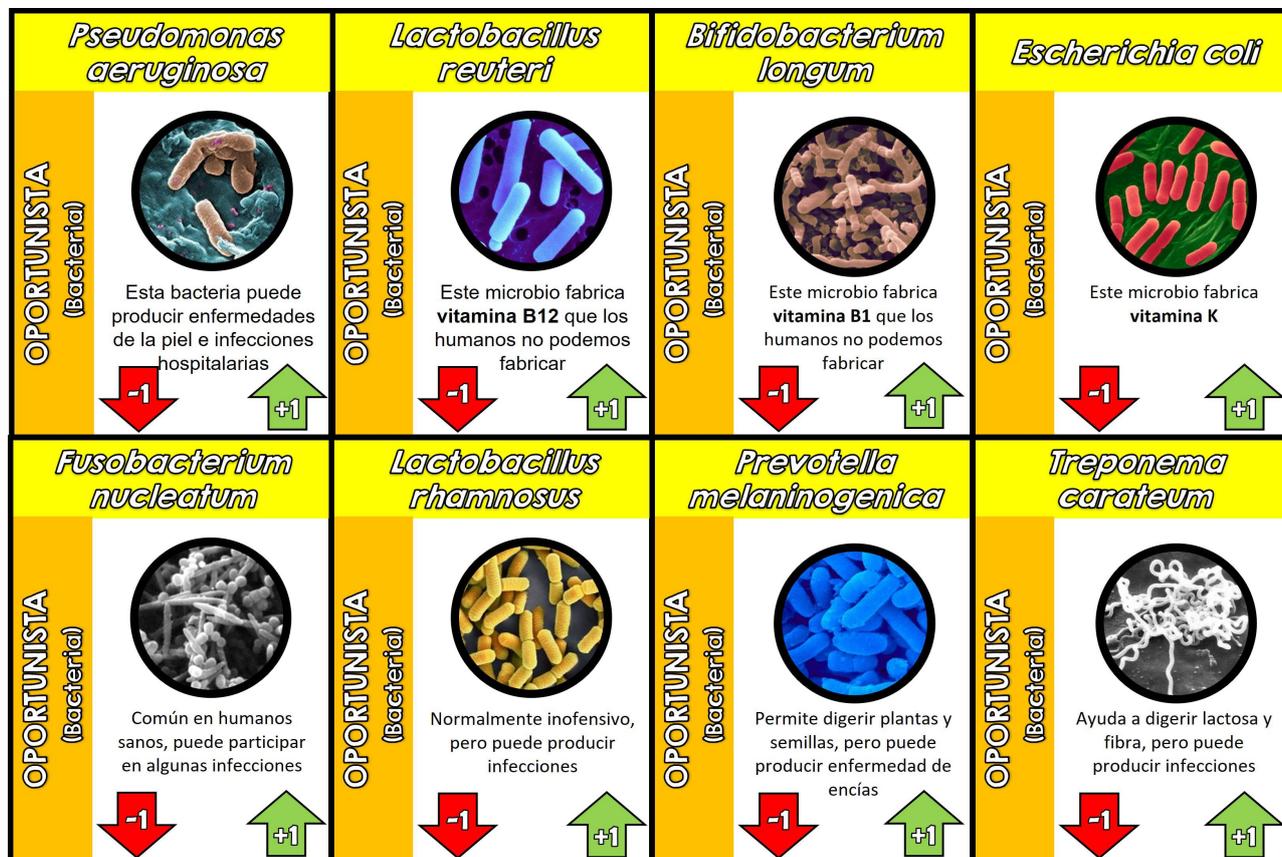


Figura 5.

Algunos ejemplos de cartas de microorganismos oportunistas.

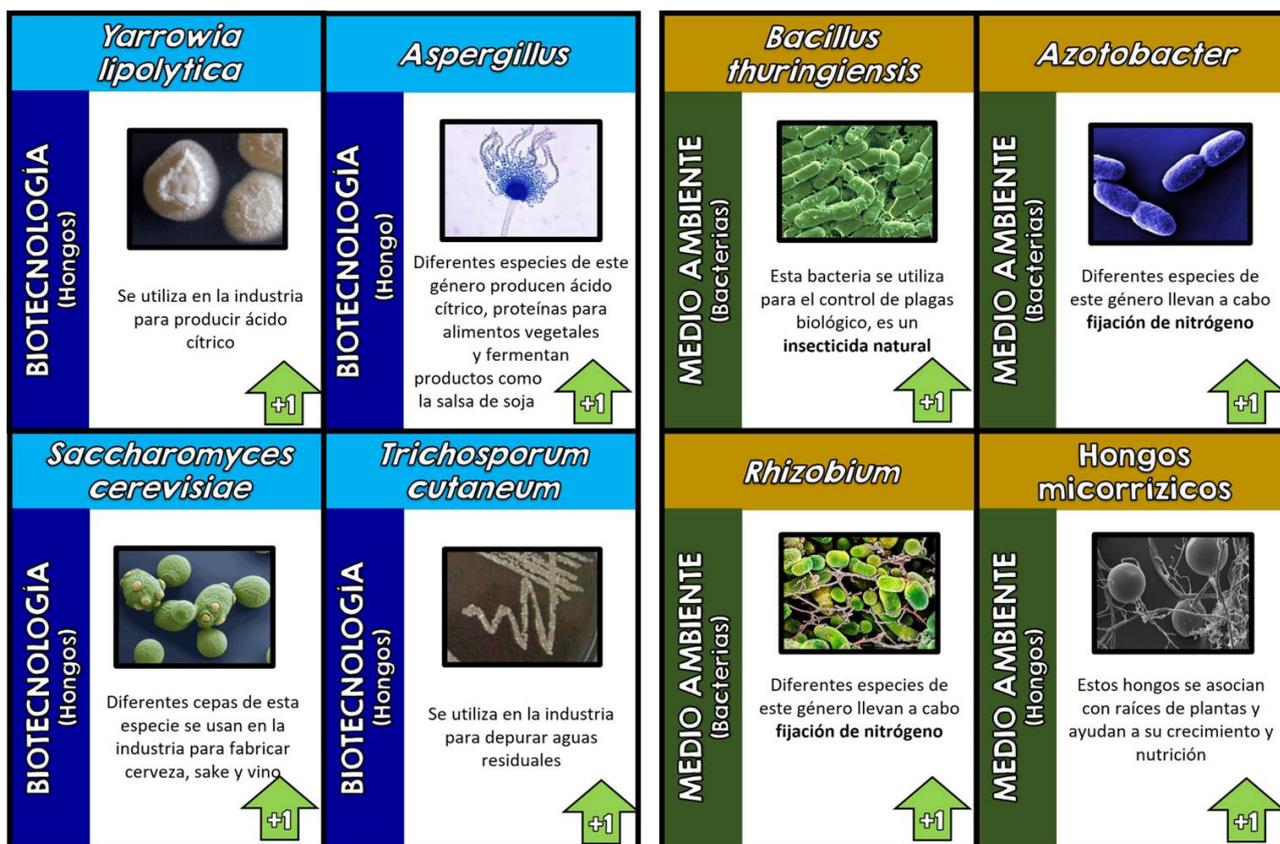


Figura 6.

Algunos ejemplos de cartas de microorganismos de interés industrial o biotecnológico (izquierda), y ambiental (derecha).

Las 27 cartas de eventos (Tabla 2) describen, a través de una imagen sencilla y un texto corto, situaciones cotidianas en las que están implicados microorganismos o virus, así como la repercusión que este evento tiene para el jugador: intercambio de cartas, penalización, gratificación, etc. (Figura 7). Estas cartas, además de ser un elemento dinamizador del juego, constituyen el recurso didáctico vertebrador e integrador de los contenidos de microbiología, permitiendo introducir a través de los eventos conceptos relevantes, como:

- Vacunas: ¿qué son?, importancia de la vacunación, ¿contra qué microorganismos o agentes protegen?, inmunización colectiva, peligro potencial de los movimientos antivacunas, mitos o falsas creencias relacionadas (i. e. las vacunas pueden producir otras enfermedades), etc.
- Antibióticos: ¿qué son?, ¿son para infecciones bacterianas o víricas?, afectan tanto a bacterias patógenas como a las bacterias de la microbiota humana, consecuencias de su uso inadecuado (i. e. la problemática de la resistencia a antibióticos).
- Flora intestinal: ¿qué es?, beneficios que aporta (digestión de fibra y lactosa, síntesis de vitaminas, defensa frente a patógenos, etc.), efecto en ella de nuestra alimentación, etc.
- Probióticos y prebióticos: ¿qué son?, efectos sobre la microbiota, uso de estos términos en la publicidad de productos alimentarios y dietéticos.
- Principales intoxicaciones alimentarias provocadas por microorganismos patógenos.
- Sexo: educación sexual, sexo seguro y no seguro (importancia de utilizar la protección correcta más allá de prevenir embarazos no deseados), riesgos del sexo no seguro, principales enfermedades de transmisión sexual, libertad sexual, etc.
- Higiene: consecuencias de la falta de higiene, efecto de una higiene excesiva o con productos con alcohol (geles antibacteriales o colutorios bucales) en la microbiota.
- Eventos de intercambio de microorganismos entre seres humanos (reuniones familiares, viajes, trabajo, etc.) o con mascotas.

Tabla 2.

Descripción de los eventos incluidos en las cartas junto con las acciones a realizar por los jugadores y su impacto en su puntuación.

Evento	Acción	Puntos
Probióticos	Coge un beneficioso	+1
Prebióticos	Coge un beneficioso	+1
Colegio/trabajo estando enfermo	Pasa 2 patógenos a los compañeros	+4
Vacunas (x2)	Deja un patógeno bacteriano y uno vírico	+4
Sexo seguro (x2)	Deja un patógeno bacteriano y uno vírico	+4
Sexo no seguro	Coge un patógeno	-2
Intoxicación alimentaria	Coge un patógeno	-2
Infección hospitalaria	Coge un patógeno	-2
Antibióticos	Deja un beneficioso y un patógeno	-3
Colutorios bucales con alcohol	Deja un beneficioso	-1
Geles antibacteriales	Deja un beneficioso	-1
Atracción de comida basura	Deja un beneficioso	-1
Defensas bajas	Oportunistas pasan a patógenos	
Falta de vacunación	Coge un patógeno	-2
Reunión familiar	Intercambia 3 cartas	
Automedicarse con antibióticos	Pierdes un turno	
Tomar antibióticos incorrectamente	Pierdes un turno	
Cuarentena	Pierdes un turno	
Higiene correcta	Retrocede 2 casillas si tiene <i>Candida</i>	
Adopción de una mascota	Roba 3 cartas	
Examen médico	Si no superas pierde turno	
Sexo seguro	Avanza 2 casillas	
Ensalada	Avanza 2 casillas	
Lácteos	Avanza 2 casillas	
Vacunación generalizada	Avanza 3 casillas	

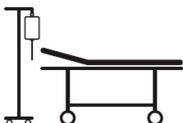
EVENTO	EVENTO	EVENTO	EVENTO
 <p>Los probióticos son microorganismos presentes en algunos alimentos que son beneficiosos. Toma una carta de beneficiosos.</p>	 <p>Los prebióticos son alimentos que ayudan a los microorganismos beneficiosos. Toma una carta de beneficiosos.</p>	 <p>Los microorganismos del intestino contribuyen la digestión de los alimentos. Si tienes algún microorganismo que ayude a digerir la fibra avanza dos casillas.</p>	 <p>Los microorganismos del intestino contribuyen la digestión de los alimentos. Si tienes algún microorganismo que ayude a digerir la lactosa avanza dos casillas.</p>
PROBIÓTICOS	PREBIÓTICOS	ENSALADA	LÁCTEOS
EVENTO	EVENTO	EVENTO	EVENTO
 <p>Muchos besos y abrazos significan mucha transferencia de microorganismos. Cada jugador intercambia 3 cartas a ciegas con el de su izquierda.</p>	 <p>Los viajes son un factor de transmisión muy importante. Intercambia una carta de patógeno con otro jugador.</p>	 <p>Acudir a trabajar o a la universidad estando enfermo favorece el contagio de la enfermedad. Pasa una carta de patógeno a los compañeros que tengas a ambos lados.</p>	 <p>En los hospitales hay muchos patógenos. Toma una carta de patógenos.</p>
REUNIÓN FAMILIAR	VIAJE	COLEGIO/TRABAJO ESTANDO ENFERMO	INFECCIÓN HOSPITALARIA

Figura 7.

Algunos ejemplos de cartas de eventos incluidas en el juego

Reglas de juego

El número de jugadores es de entre 3 y 6, por lo que para una clase de unos 25 alumnos se necesitan como mínimo 5 juegos (5 tableros, 5 juegos de cartas, 5 dados y 5 juegos de fichas de 6 colores diferentes).

El ganador será el jugador que alcance la meta con la microbiota más saludable, lo que significa tener más puntos positivos (debidos a la posesión de cartas con microorganismos beneficiosos) que negativos (debidos a la posesión de cartas con patógenos).

Para comenzar se barajan las cartas de microorganismos y se reparten 5 a cada jugador, que las colocará boca arriba sobre la mesa agrupando beneficiosos y patógenos. Los microorganismos oportunistas se consideran beneficiosos mientras la dinámica del juego no indique lo contrario. Las cartas restantes de microorganismos se barajan de nuevo, esta vez junto con las de eventos, y se colocan boca abajo en el espacio *Tomar* del tablero.

Antes de iniciar la primera ronda, cada jugador leerá en voz alta y mostrará a sus compañeros las cartas que ha obtenido de partida, comentando los microorganismos y sus características. Una vez hecho esto, y por turnos, los participantes van lanzando un dado, avanzando con una ficha tantas casillas como indique este. Después toman una carta del montón *Tomar* y la leen en voz alta. En este punto, el juego continúa de diferente manera según la información que hay en la carta obtenida. Si la carta:

- se corresponde con un microorganismo beneficioso o con un patógeno, el jugador la colocará junto con sus cartas, en el grupo que corresponda.
- es de un microorganismo oportunista, el jugador tendrá la opción de quedársela (y lo colocará junto con sus cartas de beneficiosos), o entregársela a cualquier otro jugador (que deberá considerarla como patógeno y colocarla junto a sus cartas de patógenos).
- es de un *evento* los jugadores deberán seguir las instrucciones indicadas en ellas, pudiéndose producir diferentes escenarios (Tabla 2). Por ejemplo, la carta de *Infección hospitalaria* obligará al jugador a tomar una carta específicamente de patógeno del montón de *Tomar*, mientras que la carta de *Lácteos* permite que

el jugador avance dos casillas si tiene algún microorganismo que ayude a digerir la lactosa. Tras leer cada carta de *evento* y ejecutar las acciones indicadas en ella, los jugadores las colocan en el montón de *Soltar*.

El juego continúa con el segundo jugador, que repite el mismo proceso, y así sucesivamente el resto por turnos, hasta que todos los jugadores alcancen la casilla final de meta. En ese momento, cada jugador hace recuento de las cartas que tiene cada uno y se calcula la puntuación final (puntos positivos menos puntos negativos). Por tanto, no gana el jugador que antes llegue a la meta, sino el que más puntos tenga, es decir, el que posea una microbiota más saludable.

Para que el juego cumpla con su función didáctica y conlleve un aprendizaje en los alumnos, es imprescindible que el docente tome un papel activo durante la implementación del juego y no opte por ser un mero espectador. Además de guiar el progreso del juego, velando porque se cumplan las reglas establecidas y resolviendo las dudas sobre la dinámica del juego; es crucial el papel del docente a la hora de abordar con los alumnos los diferentes contenidos de microbiología incluidos en las cartas (tipos de microorganismos, su relación con los seres humanos, los virus, el sexo, etc.). De este modo, cuando los alumnos leen en voz alta el contenido de su carta (ya sea de microorganismo o de evento) y/o hablan o discuten entre ellos sobre los contenidos de la lectura, el docente debe aprovechar esta situación desde el punto de vista educativo. Para ello, y de forma integrada en el desarrollo del juego, debe profundizar en el tratamiento de los distintos conceptos microbiológicos, realizando diferentes explicaciones y/o preguntas a los alumnos, así como matizando o refutando las posibles ideas alternativas y errores conceptuales que puedan surgir (estos deben ser especialmente tenidos en cuenta por los futuros docentes). Incluso, debe ser él la persona que genere el debate y las dudas si los alumnos se están centrando únicamente en la parte lúdica del juego.

Actividad final de discusión

Tras el juego, se implementa una actividad de finalización con el objetivo de recapitular, debatir y reflexionar sobre los contenidos abordados durante el juego. Con alumnos de Educación Primaria, esta actividad consiste en una exposición sobre los microorganismos y los virus, así como su importancia para los seres humanos. Para ello, se colocan diferentes productos de interés alimentario y/o económico elaborados gracias a los microorganismos, indicando mediante paneles ilustrados los microorganismos responsables. Por ejemplo, en el caso de *Saccharomyces cerevisiae* se colocan productos elaborados mediante fermentación alcohólica por este microorganismo como cerveza, pan, vino, otras bebidas alcohólicas, etc.; el panel de las bacterias lácticas (*Lactobacillus*, *Lactococcus* y *Streptococcus*) se acompaña de productos como el queso y el yogur; y otros paneles de bacterias acéticas (productoras de vinagre) o las bacterias y hongos productores de antibióticos, van acompañados de los productos correspondientes. En niveles educativos superiores (Educación Secundaria o formación inicial docente) esta actividad final se enfoca con una metodología participativa, preguntando a los alumnos y generando debates, de forma que se haga un repaso de los distintos contenidos trabajados en las cartas, así como, una discusión sobre los conceptos abordados relacionados con el enfoque CTS, como la problemática de la resistencia a antibióticos o los movimientos antivacunas. Finalmente, cuando los jugadores son maestros en formación inicial, la actividad acaba con una reflexión de la metodología utilizada (el juego didáctico), qué características debe tener, cómo se implementa, cuál es el papel del profesor, etc.

Conclusión

Las críticas a la utilización única y exclusiva de métodos tradicionales de enseñanza han puesto en evidencia la necesidad de incorporar, a las sesiones de aula, herramientas innovadoras desarrolladas bajo enfoques activos, con las que motivar al alumnado y lograr que este, en vez de sólo memorizar contenidos, sea capaz de incorporarlos a su estructura cognitiva y utilizarlos en la resolución de problemas de su vida diaria. Uno de estos recursos didácticos, que podría complementar a la enseñanza tradicional, son los juegos de mesa. Son un recurso que involucra a los alumnos al aumentar su participación activa en el aula, lo que podría contribuir a aumentar su interés por la materia y, así, alcanzar resultados de aprendizaje más

efectivos. Partiendo de las ideas alternativas y bajos niveles de motivación de los alumnos de distintos niveles educativos hacia el mundo microbiano, se ha desarrollado un juego de mesa didáctico y versátil (Los microorganismos en nuestra vida), con el que abordar conceptos diversos de microbiología y virología.

La implementación de este recurso didáctico puede contribuir, junto con otras metodologías activas, a mejorar la alfabetización en microbiología de alumnos pertenecientes a diferentes niveles educativos (desde la Educación Primaria hasta la Educación Superior), ayudando a superar los errores conceptuales sobre los microorganismos. Estos son, habitualmente, descritos como agentes patógenos de los que se obvian sus numerosas implicaciones positivas para la salud, la economía o el medio ambiente. Esta visión sesgada de los microorganismos está, a su vez, relacionada con la motivación de los alumnos hacia este grupo de seres vivos. Los alumnos experimentan, desde el inicio de su escolarización, emociones negativas hacia los microorganismos. Dado que las experiencias de aprendizaje a través de juegos didácticos han sido descritas como metodologías motivadoras de enseñanza, la implementación del juego de mesa descrito en este trabajo puede contribuir a mejorar los aspectos afectivos de los alumnos hacia los microorganismos. La mejora de estos aspectos afectivos podría, además, favorecer el aprendizaje significativo de microbiología, dadas las relaciones emociones-aprendizaje previamente analizadas por estudios en psicología, neurociencia y didáctica de las ciencias.

El juego de mesa diseñado es un recurso educativo versátil, con gran potencial didáctico, puesto que con él es posible abordar conceptos muy diversos de microbiología y virología desde la Educación Primaria hasta la Educación Superior. Para ello, la dinámica del juego no necesita ser alterada, tan sólo es necesario retirar del juego aquellas tarjetas de microorganismos, virus o eventos que aborden situaciones o conceptos no indicados para el perfil del alumno en base a sus conocimientos previos. Los docentes pueden, por tanto, adaptar el juego según los objetivos didácticos que planteen.

La implementación de este recurso didáctico con una muestra de maestros en formación inicial, en un estudio exploratorio (Rojas, 2018), indica que el juego de mesa aumenta el nivel de conocimientos de los participantes, a la vez que mejoraba sus emociones hacia los microorganismos, lo que podría traducirse en una mejora en su futura labor docente. Sin embargo, es preciso ampliar este estudio, aumentando la muestra, y continuar indagando en el efecto del juego de mesa en el aprendizaje y el dominio afectivo hacia la microbiología, así como en las relaciones entre ambas variables. Asimismo, otra futura línea de investigación es analizar estos factores con la implementación del juego en otros niveles educativos, como Educación Primaria o Educación Secundaria.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades de España [PID2020-115214RB-I00/AEI/10.13039/501100011 033].

Referencias

- Andreu, M. D. y García, M. (2000). Actividades lúdicas en la enseñanza de LFE: el juego didáctico. En M. Bordoy, A. van Hooft y A. Sequeros, I congreso Internacional de español para fines específicos (pp. 121-125).
- Baines, L.A. y Slutsky, R. (2009). Developing the Sixth Sense: Play. *Educational Horizons*, 87(2), 97-101.
- Ballesteros, M. I., Paños, E. y Ruiz, J. R. (2018). Los microorganismos en la educación primaria: ideas de los alumnos de 8 a 11 años e influencia de los libros de texto. *Enseñanza de las ciencias*, 36(1), 79-98
- Byrne, J. (2011). Models of Micro-Organisms: Children’s knowledge and understanding of micro-organisms from 7 to 14 years old. *International Journal of Science Education*, 33(14), 1927-1961.
- Campos, L. M. L., Felício, A. K. C. y Bortoloto, T. M. (2003). A produção de jogos didáticos para o ensino de ciências e biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem. *Cadernos dos Núcleos de Ensino*, 2003, 35-48.
- Cañada Cañada, F., Hernández del Barco, M. A., Sánchez Martín, J. y Corbacho Cuello, I. (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, e021012.
- Dingui, P., Guzmán, N. y Monti, D. (2020). Jugando con Dragones: Una experiencia lúdica como introducción a los conceptos filogenéticos en la enseñanza de la biodiversidad. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(2), 1201-1216.
- Edo, M. y Deulofeu, J. (2006). Investigación sobre juegos, interacción y construcción de conocimientos matemáticos. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 24(2), 257-268.
- Faccio, E., Costa, N., Losasso, C., Cappa, V., Mantovani, C., Cibin, V., Andrighetto, I. y Ricci A. (2013). What programs work to promote health for children? Exploring beliefs on microorganisms and on food safety control behavior in primary schools. *Food Control*, 33(2), 320-329.
- González-Robles, A. y Vázquez-Vilches, M. (2022). Propuesta educativa para promover compromisos ambientales a través de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en Bachillerato: el juego S.O.S. Civilizaciones. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(1), 1103.
- Harms, U. (2002). Biotechnology education in schools. *Electronic Journal of Biotechnology*, 5(3), 5-6.
- Hulleman, C S. y Harackiewicz, J. S. (2009). Promoting interest and performance in high school science classes. *Science*, 326(5958), 1410-1412.
- Jones, M. y Rua, M. (2006). Conceptions of germs: Expert to novice understandings of microorganisms. *Electronic Journal of Science Education*, 10(3), 1-40.
- Jones, G., Gardner, G. E., Lee, T., Poland, K. y Robert, S. (2013) The Impact of Microbiology Instruction on Students’ Perceptions of Risks Related to Microbial Illness. *International Journal of Science Education, Part B: Communication and Public Engagement*, 3(3), 199-213.
- Karadon, H. D. y Şahin, N. (2010). Primary school students’ basic knowledge, opinions and riskperceptions about microorganisms. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 4398-4401.
- Kirikkaya, E. B., Iseri, S. y Vurkaya, G. (2010). A board game about space and solar system for primary school students. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 9(2).

- Legerén, B. y Rada, F. (2014). Las reglas del juego. *Avanca Cinema*. Portugal: International Conference Cinema – Art, Technology, Communication, 23-27 Julio.
- Lewis, A., Peat, M. y Franklin, S. (2005). Understanding protein synthesis: an interactive card game discussion. *Journal of Biological Education*, 39(3), 125-130.
- Liévano, M. C. y Leclercq, M. H. (2013). Efectividad de seis juegos de mesa en enseñanza de conceptos básicos de nutrición. *Revista chilena de nutrición*, 40(2), 135-140.
- Marcos-Merino, J. M. y Esteban, R. (2017). Ideas alternativas sobre Biología de los maestros en formación: implicaciones de su presencia. *Campo Abierto: Revista de Educación*, 36(2), 169-176.
- Mellado, V., Borrachero, B., Melo, L. V., Dávila-Acedo, M. A., Cañada, F., Conde, M. C., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R., Martínez, G., Ruiz, C., Sánchez, J., Garritz, A., Mellado, L., Vázquez-Bernal, B., Jimenez-Pérez, R. y Bermejo, M. L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 11-36.
- Murga-Menoyo, M. Á. (2015). Competencias para el desarrollo sostenible: las capacidades, actitudes y valores meta de la educación en el marco de la Agenda global post-2015. *Foro de Educación*, 13, 55–83.
- Melo, M. P. (2017). Construcción de juegos de mesa como recurso didáctico para promover el desarrollo de habilidades comunicativas en ciencias. *Revista Bio-grafía Escritos sobre la biología y su enseñanza*, 10(18), 125-131.
- Melo, M. P. y Hernández, R. (2014). El juego y sus posibilidades en la enseñanza de las ciencias naturales. *Innovación educativa*, 14(66), 41-63.
- Palacino, F. (2007). Competencias comunicativas, aprendizaje y enseñanza de las Ciencias Naturales: un enfoque lúdico. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias* 6(2), 275-298.
- Piaget, J. (1978). *Le jeu en la formation du symbole chez l'enfant, imitation jeu et rêve, image et représentation*. París, Delachaux et Niestlé.
- Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria. Boletín Oficial del Estado núm. 52, de 2 de marzo de 2022.
- Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria. Boletín Oficial del Estado núm. 76, de 30 de marzo de 2022.
- Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas del Bachillerato. Boletín Oficial del Estado núm. 82, de 6 de abril de 2022.
- Rojas, L. (2018) Aprendizaje y emociones que presenta una muestra de maestros en formación de la Universidad de Extremadura frente a una intervención didáctica basada en un juego de mesa sobre microorganismos. [Trabajo Fin de Máster, Universidad de Extremadura]
- Rodríguez-Oroz, D., Gómez-Espina, R., Bravo Pérez, M. J. y Truyol M. E. (2019). Aprendizaje basado en un proyecto de gamificación: vinculando la educación universitaria con la divulgación de la geomorfología de Chile. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(2), 2202.
- Sánchez-Martín, J., Corrales-Serrano, M., Luque-Sendra, A. y Zamora-Polo, F. (2020). Exit for success. Gamifying science and technology for university students using escape-room. A preliminary approach. *Heliyon*, 6(7), e04340.
- Sanz, J., Zuazagoitia, D., Lizaso, E. y Pérez, M. (2021). ¿Promueven los patios naturalizados el desarrollo de la competencia científica? Un estudio de caso en la educación infantil. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(2), 2203.
- Sebastiány, A. P. (2013). Desenvolimento de attitude investigativa em um ambiente interativo de aprendizagem para o ensino informal de ciências. [Tesis de posgrado] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.

- Simonneaux, L. (2000). A study of pupils' conceptions and reasoning in connection with 'microbes', as a contribution to research in biotechnology education. *International Journal of Science Education*, 22(6), 619-644.
- Spiegel, C. N., Alves, G. G., Cardona, T. D. S., Melim, L. M., Luz, M. R., Araújo-Jorge, T. C. y Henriques-Pons, A. (2008). Discovering the cell: an educational game about cell and molecular biology. *Journal of Biological Education*, 43(1), 27-36.
- Timmis, K., Cavicchioli, R., Garcia, J. L., Nogales, B., Chavarria, M., Stein, L., McGenity, T. J., Webster, N., Singh, B., Handelsman, J., de Lorenzo, V., Pruzzo, C., Timmis, J., Martin, J. L., Verstraete, W., Jetten, M., Danchin, A., Huang, W., Gilbert, J., Lal, R., Santos, H., Lee, S. Y., Sessitsch, A., Bonfante, P., Gram, L., Lin, R. T., Ron, E., Karahan, C., van der Meer, J. R., Artunkal, S., Jahn, D. y Harper, L. (2019). The urgent need for microbiology literacy in society. *Environmental microbiology*, 21(5), 1513-1528.
- Vázquez, Á. Y Manassero, M. A. (2018). Más allá de la comprensión científica: educación científica para desarrollar el pensamiento. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 309–336.
- Vygotski, L. (2012). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. España, Austral.

Información adicional

Para citar este artículo: Corbacho-Cuello, I., Esteban-Gallego, R., Marcos-Merino, J.M., Hernández-Barco, 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. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i3.3202