



Universidad Internacional de La Rioja
Facultad de Educación

Trabajo fin de máster

El videojuego *Spore* como recurso metodológico en Biología y Geología de 1º ESO

Presentado por: Cristina Casalas Cortés
Tipo de trabajo: Propuesta de intervención
Director/a: Carmen Íñigo Gánuza

Ciudad: Leganés (Madrid)
Fecha: 02/06/2019

Resumen

El propósito de este trabajo es desarrollar una propuesta de Aprendizaje Basado en Juegos (ABJ) utilizando el videojuego *Spore™* como recurso metodológico, orientada al primer curso de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), para trabajar el bloque de contenidos “Biodiversidad en el planeta Tierra” de la asignatura Biología y Geología.

Para ello, en primer lugar, se lleva a cabo una revisión bibliográfica del marco teórico actual abordando sus principales líneas de trabajo: ABJ, el videojuego como recurso didáctico, el videojuego en el aula de ciencias y el uso y viabilidad del propio videojuego *Spore™* en educación. A continuación, se detalla la propuesta para la implementación del videojuego en el aula, basada en el desarrollo de cuatro actividades que permiten a los alumnos construir su conocimiento sobre los contenidos trabajados mientras utilizan para ello una de las formas de ocio más populares entre los adolescentes. Por último, para cada actividad se ha diseñado una herramienta de evaluación concreta que permite valorar no sólo la adquisición de los contenidos que ha alcanzado el alumno, si no también el desarrollo en las competencias clave, consiguiendo así una evaluación integral.

En base al trabajo realizado se puede concluir que para conseguir desarrollar e implantar una propuesta como esta de forma exitosa en el aula, el papel del docente es fundamental, ya que debe ser capaz de crear un contexto pedagógico que pueda integrarse en el currículo oficial. Además, para el uso del videojuego *Spore™* en concreto, hay que diseñar actividades que fomenten el pensamiento crítico y provoquen un choque cognitivo, de forma que se utilizan los conceptos científicos erróneos que simula en beneficio del aprendizaje significativo del alumno.

Palabras clave

Aprendizaje Basado en Juegos, SporeTM, Videojuego, Recurso metodológico, Educación Secundaria Obligatoria

Abstract

The purpose of this paper is to develop a Game-Based Learning (GBL) proposal using the *Spore™* videogame as a methodological resource, aimed at the first year of Compulsory Secondary Education (CSE), to work the content block “Biodiversity on planet Earth” of the subject Biology and Geology.

To do it so, first, a bibliographic review of the current theoretical framework is carried out, addressing its main lines of work: GBL, the videogame as a didactic resource, the videogame in the science classroom and the use and viability of the *Spore™* videogame itself in education. Next, the proposal for the implementation of the videogame in the classroom is detailed, based on the development of four activities that allow students to build their own knowledge about the contents worked while they are using one of the most popular forms of entertainment among teenagers. Finally, a specific evaluation tool has been designed for each activity to make possible to assess not only the acquisition of the contents reached by the student, but also the development in the key competences, thus achieving an integral evaluation.

Based on the work carried out, it can be concluded that to successfully develop and implement a proposal like this in the classroom, the role of the teacher is fundamental, as he must be able to create a pedagogical context that can be integrated into the official curriculum. In addition, for the use of the *Spore™* videogame, it is necessary to design activities that promote critical thinking and provoke a cognitive shock, so that wrong scientific concepts that simulate *Spore™* are used on the benefit of the student's meaningful learning.

Key Words

Game-Based Learning, Spore, videogame, Methodological resource, Compulsory Secundary Education

Índice

1. Introducción	
1.1. Justificación.....	7
1.2. Planteamiento del problema.....	8
2. Objetivos.....	9
3. Marco teórico o conceptual	
3.1. Aprendizaje Basado en Juegos (ABJ).....	11
3.2. Videojuego como recurso didáctico.....	12
3.3. Los videojuegos en el aula de ciencias.....	14
3.3.1. <i>Kokori</i>	16
3.3.2. <i>Immune defense</i>	17
3.3.3. <i>Saga Zoo Tycoon</i>	18
3.3.4. <i>Spore</i>	20
3.4. Videojuego <i>Spore</i> como recurso en el aula.....	20
4. Propuesta de intervención.....	22
4.1. Contextualización.....	22
4.2. Metodología.....	24
4.3. Actividad 1: Estrategias vitales.....	25
4.4. Actividad 2: Clasificación I.....	31
4.5. Actividad 3: Clasificación II.....	36
4.6. Actividad 4: Trabajo monográfico.....	39
4.7. Evaluación.....	41
5. Conclusiones.....	46
6. Limitaciones y prospectiva.....	47
7. Referencias bibliográficas.....	49

Índice de tablas

Tabla 1. Principales diferencias entre ABJ y Ludificación. Generada de Mosquera Gende (2019).....	11
Tabla 2. Sucesos de los videojuegos y sus analogías pedagógicas, modificado de Gómez-Martín y otros (2004).....	13
Tabla 3. Presentación de la actividad 1	27
Tabla 4. Agrupamiento del alumnado en la actividad Estrategias vitales.....	28
Tabla 5. Presentación de la actividad 2.....	31
Tabla 6. Características de cada elemento a clasificar.....	32
Tabla 7. Ejemplo de características propias de cada microorganismo.....	34
Tabla 8. Presentación de la actividad 3	36
Tabla 9. Presentación de la actividad 4	39
Tabla 10. Elementos que intervienen en la evaluación de las actividades propuestas	42

1. Introducción

El juego es una actividad inherente al ser humano a través de la cual se transmiten los valores y normas sociales y culturales a los más pequeños. De esta forma, parece lógico pensar en el juego como una herramienta útil para la educación; de hecho, hay metodologías didácticas desarrolladas entorno al juego, como el Aprendizaje Basado en Juegos (ABJ), en el que los alumnos juegan a un juego para aprender unos ciertos contenidos o la Ludificación, en la que se utiliza la dinámica propia de un juego para trabajar unos contenidos en el aula. Por otro lado, las nuevas generaciones crecen en una sociedad en la que las tecnologías están en pleno auge y cada vez se introduce más el uso de las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) en las aulas. En este trabajo se unifican estas dos tendencias educativas desarrollando actividades para trabajar los contenidos de la asignatura Biología y Geología pertenecientes al bloque de Biodiversidad en el planeta Tierra en 1º de ESO mediante el ABJ utilizando un videojuego como recurso.

1.1. Justificación

Desde el siglo XIX, en el que aparecieron las primeras teorías psicológicas sobre el juego, muchos autores han estudiado e intentado explicar el juego como actividad inherente al ser humano. Aunque la naturaleza y funciones del juego resultan demasiado complejas como para poder explicarlas desde un único enfoque, podemos unificar los diferentes abordajes de cada autor para obtener una definición: el juego es una actividad lúdica potenciadora del desarrollo físico, psíquico e intelectual a través de la cual se trabaja la resolución de conflictos y se transmiten valores y normas de conducta sociales, especialmente en la etapa infantil, como la afectividad, la colaboración o la empatía (Chamorro, 2010).

En la actualidad, una de las características de nuestra sociedad es la globalización de la tecnología, y es en este contexto tecnológico en el que se desarrollan las nuevas generaciones (Salas, 2010). Por lo tanto, no es de extrañar que el videojuego haya cobrado cada vez un mayor peso como forma de entretenimiento de los niños y jóvenes. En 2017 la industria del videojuego en España creció más de un 16% respecto a años anteriores, alcanzando cifras de facturación que doblan las de la música y el cine juntos (AEVI (Asociación Española de Videojuegos), 2018). Creo que es fundamental que los docentes seamos conscientes de esta situación y sepamos

adaptar nuestra práctica profesional a las necesidades que demanda la sociedad actual.

Algunos de los elementos propios del entretenimiento audiovisual como películas o canciones ya han sido adaptados como recursos pedagógicos y se encuentran ampliamente aceptados por la comunidad educativa; sin embargo, aunque hace años que se comenzó a utilizar el videojuego como recurso didáctico, en ocasiones con resultados realmente admirables (Occelli et al., 2015), se trata de una práctica que aún se enfrenta a multitud de críticas, ante las que es necesario puntualizar que se trata de un recurso respaldado por la teoría de la gamificación, aprender a aprender y que además fomenta el uso de las TIC en las aulas.

Conseguir implementar el videojuego como recurso eficaz en el aula, no sólo fomentará la creatividad, la motivación y la cooperación entre los alumnos, sino que también puede llegar a convertirse en una forma excelente de generar un ambiente positivo en el aula, facilitando la labor del docente y favoreciendo el aprendizaje significativo de los estudiantes.

1.2. Planteamiento del problema

Uno de los grandes retos a los que nos enfrentamos los docentes de ciencias es enseñar ciencia contextualizada, de forma que los adolescentes comprendan la importancia de las ciencias para convertirse en ciudadanos que sean capaces de realizar análisis críticos y tomar decisiones bien fundamentadas y argumentadas acerca de los problemas tanto sociales como personales a los que se puedan enfrentar a lo largo de su vida (Salas, 2010). Esta labor en ocasiones se hace aún más complicada teniendo en cuenta la falta de interés y de motivación del alumnado por las ciencias. Es necesario trabajar por un cambio en la concepción de las ciencias por parte de los estudiantes de secundaria hacia un campo cercano y tangible para todos, no solo para unos pocos dotados de gran inteligencia.

Por otro lado, el cambio de etapa educativa que se produce entre primaria y secundaria conlleva una serie de modificaciones en la rutina del adolescente que en ocasiones puede volverse muy complicada. En una etapa como la pubertad, en la que están experimentando cambios continuos tanto físicos como psíquicos, deben enfrentarse no sólo a un cambio de centro educativo, compañeros, profesores y materias, sino también por lo general a nuevas normas de convivencia y cambios en la metodología y la forma de evaluación. Además, el paso de ser los niños más mayores

del colegio a ser los más jóvenes del instituto, supone una pérdida de estatus que requiere un cambio en la forma de establecer relaciones interpersonales, lo que puede resultar complicado de afrontar para muchos adolescentes. (Salvador & Cayón, 2016).

En este trabajo se va a desarrollar una propuesta de intervención utilizando un videojuego como recurso didáctico para la presentación de los contenidos de diversidad de seres vivos en 1º de ESO. El videojuego elegido es de simulación, se llama *Spore™* y cuenta con una interfaz sencilla y manejable tanto para alumnos como para profesores. De esta forma se pretende facilitar el paso a una nueva etapa, el acercamiento a las ciencias naturales y la asimilación de conceptos científicos abstractos como la evolución mediante el uso de las TIC en el aula, a la vez que se fomentan los nuevos valores y normas sociales que les serán necesarios para desarrollarse durante sus siguientes años de formación.

2. Objetivos

El objetivo del presente trabajo es desarrollar una propuesta de aprendizaje basado en juegos utilizando el videojuego *Spore™* como recurso didáctico para el bloque de contenidos “Biodiversidad en el planeta Tierra” de 1º de ESO. Para conseguir un uso correcto de este recurso y que puedan sacar provecho de él tanto docentes como discentes se abordarán siguientes objetivos específicos:

1. Revisión bibliográfica del papel del juego en el proceso de aprendizaje del ser humano, de la globalización de la tecnología en la sociedad actual y del uso de los videojuegos como recursos pedagógicos.
2. Propuesta didáctica para el uso de *Spore™* como recurso didáctico en la asignatura de Biología y Geología de 1º de ESO.
3. Diseño de herramientas de evaluación de la propuesta.

3. Marco teórico o conceptual

Para conseguir una correcta implementación en el aula de un videojuego como recurso didáctico, es necesaria una investigación previa que asegure que la opción seleccionada es la que mejor se adapta a las necesidades existentes en cada contexto. Con este propósito, para abordar este trabajo se comenzó realizando una búsqueda por internet de videojuegos educativos, encontrando multitud de opciones en dos modalidades: mediante la descarga de un software de terceros o con disponibilidad para jugar en línea a través de una conexión a internet.

Dentro de los descargables la gran mayoría han sido desarrollados por empresas privadas, con la consiguiente limitación debida a recursos económicos, o por universidades, en cuyo caso los videojuegos suelen ser resultado de un proyecto de investigación en el que es necesario que se encuentre inscrito el centro educativo. Por su parte, los juegos educativos en línea, por lo general se tratan de novelas gráficas en las que el alumno se limita a leer los contenidos expuestos en un entorno virtual animado o juegos de tipo preguntas y respuestas, que bien no suponen un reto cognitivo para los alumnos o bien no les aporta nada más allá que si fuera el docente el que hiciera esas preguntas en el aula.

Por estos motivos, para la realización de esta propuesta finalmente se optó por un videojuego comercial cuyo origen no fuera educativo, pero cuya temática pudiera adaptarse y aplicarse a un aula del primer ciclo de Educación Secundaria Obligatoria como presentación de los contenidos curriculares concretos pertenecientes al bloque Biodiversidad en el planeta Tierra.

De las distintas opciones, la más completa, que ofreciera la posibilidad de abordar diferentes contenidos del bloque a trabajar y que además fuera adecuada para la edad de los alumnos, fue el videojuego *Spore™*, desarrollado por *Maxis* y distribuido por *Electronic Arts*. Se puede encontrar para varias plataformas en sus diferentes expansiones, pero esta propuesta de intervención se ha desarrollado para utilizar el videojuego original apto para PC. Es un juego de simulación que permite al jugador seguir el recorrido evolutivo de la vida, desde los primeros microorganismos hasta la colonización de la galaxia por parte de organismos complejos y sociales.

3.1. Aprendizaje Basado en Juegos

El Aprendizaje Basado en Juegos (ABJ) es una metodología pedagógica que consiste en el uso de un juego como recurso didáctico en el aula con el objetivo de que el aprendizaje generado sea extrapolable a otros ámbitos. Los contenidos se adaptan al juego (Mosquera Gende, 2019), que tiene características que lo convierten en un recurso muy interesante para generar compromiso entre el alumnado, como el sistema de recompensas, unas metas definidas a las que se llega a través de desafíos manejables y sobre todo, una historia que confiere sentido a actividades de otro modo monótonas (Valderrama, 2015).

El éxito del ABJ radica en aprovechar la predisposición del ser humano a participar en juegos para que el aprendizaje se genere en un entorno de interés, motivación e implicación en el que los contenidos curriculares están integrados en la historia del juego (Mosquera Gende, 2019), (Gómez-Martín, Gómez-Martín, & González-Calero, 2004).

Otra metodología que tiene como objetivo fomentar la curiosidad, la creatividad y la participación de los alumnos durante el proceso de aprendizaje es la Ludificación (*Gamification* en inglés). El ABJ y la Ludificación tienden a ser utilizadas como sinónimos y, si bien es cierto que comparten muchas características, son opuestas en algunos aspectos significativos que quedan recogidos en la siguiente tabla:

Tabla 1. Principales diferencias entre ABJ y Ludificación. Generada de Mosquera Gende (2019)

Aprendizaje Basado en Juegos	Ludificación
Utilización, adaptación o creación de un juego como recurso	Inclusión de mecánicas propias de los juegos en el aula
Carácter competitivo	Carácter colaborativo
Hay ganadores y perdedores	Orientada hacia el progreso general

Un ejemplo muy sencillo de ABJ es utilizar un trivial con preguntas sobre ciencias en el aula: el docente utiliza un juego para que sus alumnos aprendan. Además, este tipo de juegos, normalmente incluyen preguntas de biología, química, geología o física, por lo que pueden utilizarse incluso de forma interdisciplinar, simulando un ambiente de competitividad entre los profesores de los diferentes departamentos que fomente la implicación y la participación de los alumnos en el juego. Por su parte, un ejemplo de ludificación es que el docente presente el aula como una célula y divida a los alumnos en grupos, cada uno de los cuales será un orgánulo celular. Así, cada día que llegue a clase el profesor plantea un suceso diferente como “daños en la membrana celular” o “ataque de una bacteria” y los alumnos deben investigar y trabajar en equipo para mantener viva la célula mediante las soluciones que den a los diferentes sucesos. Si las acciones son correctas pueden ganar puntos y obtener mejoras como escudos para utilizarlos en el próximo ataque y si las acciones son incorrectas irán perdiendo puntos de vida y debilitándose. Se trata de crear una dinámica propia de un juego para que los alumnos construyan su propio conocimiento entorno a ella.

3.2. Videojuego como recurso didáctico

Desde hace unos años se está trabajando la inclusión de los videojuegos en el aula como un recurso didáctico más, lo que no deja de provocar una gran controversia en la comunidad educativa, a pesar de que está demostrado que cuentan con numerosos principios del proceso de aprendizaje (Angelone, 2010), algunos de los cuales se refieren a dos áreas de la investigación actual, la cognición situada y el conexionismo (Herrero, y otros, 2014).

En la cognición situada, según la cual el conocimiento y aprendizaje humano tiene que estar contextualizado cultural y socialmente para ser significativo (Herrero, y otros, 2014), se trata de que el docente sea capaz de utilizar el videojuego para crear un contexto de aprendizaje basado en la motivación y la implicación de los alumnos, en el que se integran los contenidos curriculares que quiere trabajar con la historia del juego (Mosquera Gende, 2019), (Gómez-Martín, Gómez-Martín, & González-Calero, 2004). De esta forma se consigue el equilibrio entre contenidos educativos y contenidos lúdicos partiendo de un juego cuyo origen es meramente lúdico.

Por su parte el conexionismo, que se basa en la capacidad del ser humano de aprender a partir de patrones que ha vivido en experiencias reales en su vida (Herrero, y otros, 2014), se ve a su vez favorecido por dos de los principios que tienen los videojuegos (Gómez-Martín, Gómez-Martín, & González-Calero, 2004):

- Principio de exploración: el aprendizaje se produce reflexionando sobre las experiencias vividas y formulando hipótesis, que más tarde serán aceptadas o refutadas.
- Principio de las rutas múltiples: existen muchos caminos para avanzar, de forma que los alumnos pueden elegir en función de sus puntos fuertes o aprender a resolver problemas mediante estilos alternativos.

Además, se pueden obtener muchas similitudes entre el proceso habitual que recorre el usuario en cualquier videojuego y algunas de las estrategias pedagógicas más habituales en las aulas (Angelone, 2010):

Tabla 2. Sucesos de los videojuegos y sus analogías pedagógicas, modificado de Gómez-Martín y otros (2004)

Videojuego	Educación
Comenzar una partida	Presupone escasez de conocimientos sobre los contenidos a trabajar
Tutorial de juego	Evaluación de conocimientos previos
Superar un nivel o desafío	Resolver un ejercicio
Guardar la partida	Diario sobre ejercicios ya resueltos
Cargar partida	Posibilidad de continuar con los siguientes ejercicios o repetir los ya resueltos
Fin de partida	El alumno ha aprendido los contenidos deseados y es consciente de ello
Perder una vida	Incapacidad para resolver un ejercicio, hay que enseñar lo necesario para que pueda repetirlo con éxito
Puntos de guardado automático	Puntos de inflexión en los contenidos a los que volver si se detecta un exceso de dificultad resolviendo ejercicios

Así, algunas de las ventajas que ofrece el uso de videojuegos en el aula son aumento de la motivación, de la velocidad de aprendizaje y del tiempo que dedican a utilizar la herramienta pedagógica, de forma que se produce un círculo virtuoso que sin duda se ve reflejado en el rendimiento académico (Gómez-Martín, Gómez-Martín, & González-Calero, 2004). Además, los videojuegos también aportan beneficios más allá del aumento motivacional y es que pueden ser una gran opción en cuanto a la atención a la diversidad en estudiantes discapacitados físicamente. Estos alumnos, que pueden verse limitados a la hora de jugar al aire libre como el resto de sus compañeros, encuentran en este recurso un campo de juego virtual en el que pueden ser igual de hábiles que los demás. (Angelone, 2010).

Sin embargo, no con todos los videojuegos se consiguen las ventajas anteriormente descritas, los videojuegos educativos que se pueden encontrar en el mercado, por ejemplo, suelen fallar en el equilibrio entre los contenidos lúdicos y los educativos, lo cual resulta inadecuado independientemente de hacia dónde se incline la balanza. Si el contenido educativo resulta demasiado evidente para el alumno, tendrá la impresión de estar estudiando y no jugando, con lo que se pierde el factor motivacional y si por el contrario es el contenido lúdico el prioritario, se puede producir un aprendizaje erróneo o la falta absoluta del mismo (Padilla-Zea, y otros, 2015). Por eso, para el desarrollo de este trabajo se eligió un videojuego comercial en el que se puedan trabajar los contenidos curriculares deseados desde un equilibrio lúdico-educativo.

Por lo tanto, parece claro que el uso de este recurso en el aula requiere de un trabajo previo del docente y más cuando se trata de un videojuego comercial cuyo propósito principal no es educativo, como es el caso de este trabajo. Entonces se hace indispensable un examen exhaustivo previo que permita elegir el modelo pedagógico más adecuado para su implantación en el aula.

3.3 Los videojuegos en el aula de ciencias

Existen una serie de dificultades asociadas al aprendizaje de las ciencias durante la etapa de secundaria, como la diferencia entre el lenguaje científico y el lenguaje escolar, las dificultades derivadas del propio medio escolar y de los modos de pensar, el diferente grado de desarrollo cognitivo y moral en el que se encuentran los alumnos (pensamiento concreto y pensamiento formal) y los preconceptos erróneos. Es difícil sustituir estas preconcepciones erróneas por explicaciones científicas correctas, ya que la mayoría poseen una coherencia interna, son persistentes y comunes a un gran

número de estudiantes y presentan un cierto paralelismo con los errores históricos de la ciencia. (Jiménez, 2010).

Por lo tanto, es necesario que el docente dedique tiempo a trabajar en ellas, entrenando a los alumnos en distintas estrategias de aprendizaje que faciliten la integración y la relación de conceptos. En este sentido es interesante favorecer un aprendizaje basado en la comprensión, dedicando más tiempo a la explicación de procesos y funciones que a la explicación de conceptos. Para conseguirlo, se pueden tener en cuenta diferentes consideraciones, como reducir al mínimo el modelo de transmisión-recepción y optar en su lugar por un modelo constructivista, bien enfocado al aprendizaje significativo o bien al cambio conceptual. Para decidir qué enfoque utilizar es necesaria una indagación acerca de los conocimientos previos de los alumnos sobre los contenidos a tratar. (Jiménez, 2010).

Otra de las estrategias didácticas que pueden ayudar a superar los problemas de aprendizaje asociados a las ciencias naturales es el aprendizaje de actitudes, en el que se pueden considerar tres componentes, el cognitivo, el afectivo y el de conducta. El primero se refiere a la necesidad de que los alumnos conozcan las características de un determinado fenómeno o proceso biológico para ser capaces de identificar las acciones adecuadas en relación a dicho fenómeno o proceso. El componente afectivo está relacionado con las preferencias personales de los alumnos y el componente de conducta se refiere a los hábitos que ya han adquirido (Jiménez, 2010).

Teniendo en cuenta todo lo anterior, especialmente en lo que al componente afectivo del aprendizaje se refiere, los videojuegos pueden ser una excelente opción para trabajar en base a un modelo constructivista, en especial los simuladores, siempre que su introducción en el aula esté precedida de una investigación, reflexión y organización por parte del docente, que deberá servir de apoyo para los alumnos y guiarles para que ellos mismos sean capaces de construir su propio conocimiento (Gómez-Martín, Gómez-Martín, & González-Calero, 2004). Siguiendo esta línea, a continuación, se exponen cuatro ejemplos de videojuegos, tanto educativos como comerciales, que se han utilizado de forma exitosa como recursos didácticos en el aula de secundaria.

3.3.1. *Kokori*

El proyecto *Kokori* es una iniciativa educacional con el objetivo de desarrollar un videojuego gratuito entorno a la biología celular que cuenta con el premio Ciencia Joven-UNESCO de 2014. El juego consta de 7 misiones en las que el alumno viaja dentro de una célula con una cuidada estética en tres dimensiones, incorporando de forma lúdica contenidos de otro modo abstractos y difíciles de comprender. (LOF Sur. Tecnología Social para la Vida Buena, 2009).



Figura 1. Misión del videojuego *Kokori*, obtenida de LOF Sur. Tecnología Social para la Vida Buena (2009)

Por lo tanto, se trata de una opción excelente para trabajar los preconceptos erróneos más comunes sobre la célula entre los alumnos de secundaria definidos por Jiménez (2010):

- Presencia no universal de células. tanto organismos como de componentes de los organismos.
- La respiración es un proceso pulmonar, no celular.
- Es una estructura plana, no tridimensional.
- Inactividad celular en la interfase.
- Dificultades en el manejo del microscopio y en la interpretación de las observaciones con el microscopio.

3.3.2. *Immune defense*

Otro ejemplo es el videojuego *Immune defense*, cuyo objetivo es dar a conocer a los alumnos los fundamentos biológicos del sistema inmune a través de un formato de estrategia en tiempo real. Los jugadores tienen que utilizar diferentes tipos de glóbulos blancos para luchar contra los patógenos mientras se desarrollan contenidos sobre las proteínas y sus funciones, los receptores específicos de membrana, cómo responden las células a los estímulos de su entorno, etc. (Stegman, 2014).

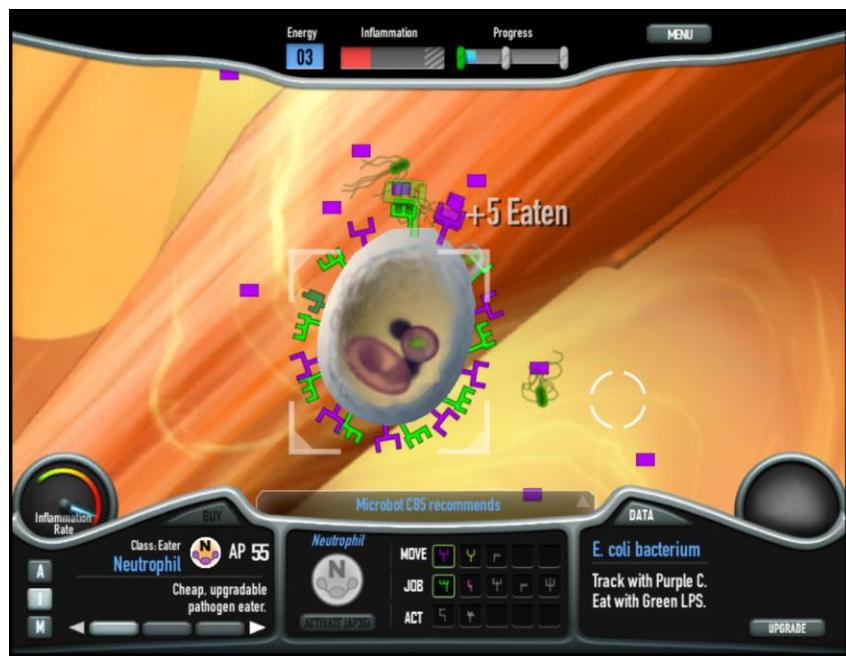


Figura 2. Misión utilizando un neutrófilo para atacar a la bacteria *Escherichia coli* en el videojuego *Immune defense*, obtenida de (Stegman, 2014)

Así, este juego resulta de gran utilidad para aclarar ciertos aspectos sobre la anatomía y la fisiología humana que suelen confundir a los alumnos de secundaria, como la falta de integración entre las funciones de los aparatos digestivo, circulatorio, respiratorio y excretor o la confusión entre las funciones de las diversas células y moléculas implicadas en los procesos de inmunidad (Jiménez, 2010). La adquisición de este tipo de contenidos y procesos de una forma tradicional puede resultar compleja y monótona para alumnos de secundaria, ya que incluye algunos aspectos abstractos que es difícil visualizar en esta etapa de su desarrollo.

3.3.3. Saga Zoo Tycoon

Resulta interesante mencionar el videojuego *Zoo Tycoon*, ya que se trata de un videojuego comercial y no educativo a diferencia de los anteriores. Es un simulador de un centro zoológico, en el que el jugador debe ir añadiendo instalaciones y animales nuevos para atraer a más visitantes. (Microsoft studios, 2017)

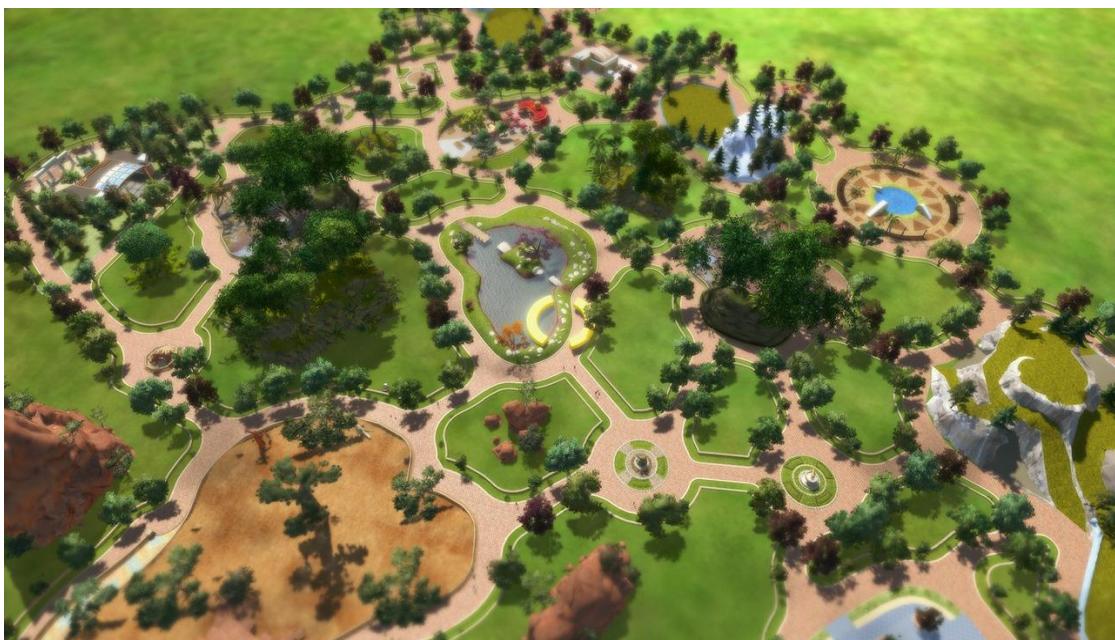


Figura 3. Vista de pájaro de un centro zoológico diseñado en *Zoo Tycoon*, obtenida de Microsoft studios (2017)

Su aplicación en el aula viene de las opciones que hay en la construcción y diseño de las instalaciones para animales, el jugador puede elegir entre diferentes sustratos, vegetación, alimentación, juguetes, compañeros de instalación, número de animales, extensión de las instalaciones, etc., dando la opción de crear para cada animal el entorno más adecuado:



Figura 4. Detalle de la instalación para elefantes y rinocerontes, obtenida de Microsoft studios (2017)

De esta forma, ayuda a los alumnos a establecer conexiones entre las diferentes familias de animales y sus necesidades y hábitats naturales, favoreciendo la eliminación de preconceptos erróneos sobre animales y ecología (Jiménez, 2010):

- Equivalencia de los términos animal, vertebrado y mamífero.
- Antropomorfismo (todos los animales son y se comportan como humanos).
- Desinterés por la conservación.
- Ecosistemas formados solo por seres vivos, sin considerar el componente abiótico.
- Percepción lineal de las relaciones tróficas.
- Concepción estática de los ecosistemas desde el punto de vista temporal.
- Contaminación como único problema ambiental.

Además, el videojuego *Zoo Tycoon 2* cuenta con una expansión de animales extintos, una de animales en peligro de extinción y una de animales marinos (Microsoft studios, 2017), lo que amplía mucho más sus posibilidades como recurso pedagógico.

3.3.4. *Spore*

Por último, el videojuego *Spore™*, sobre el que se desarrolla la propuesta de intervención de este trabajo, ayuda a modificar algunos preconceptos erróneos sobre ecología ya mencionados, además de sobre microorganismos, evolución o geología:

- Creencia en la generación espontánea.
- Equivalencia de los términos microorganismo y patógeno.
- Herencia de caracteres adquiridos.
- Evolucionan los individuos, no las poblaciones.
- Los organismos vivos evolucionan para adaptarse al medio ambiente.
- No concebir la magnitud del tiempo geológico: el hecho de que la mayoría de los procesos geológicos ocurren muy lentamente, de forma que a una escala temporal humana los cambios son inapreciables, hace que los alumnos no consideren la existencia de dichos procesos.
- Dificultad para asumir el principio del actualismo: consideran que los procesos geológicos en el pasado eran totalmente diferentes a los actuales.

3.2. Videojuego *Spore™* como recurso en el aula

La viabilidad del videojuego *Spore™* como recurso educativo ha sido ampliamente debatida desde su lanzamiento en el año 2008. Por un lado, algunos científicos señalan las inexactitudes que presenta el juego en términos de evolución, de tiempo geológico y de relaciones entre especies y, por otro lado, muchos docentes y estudiantes piensan que se trata de una opción divertida que rompe la monotonía de las clases habituales y con la que es fácil aumentar el interés de los alumnos por la biología y despertar su curiosidad. (Herrero, y otros, 2014).

La teoría de la evolución de Charles Darwin mantiene que los seres vivos evolucionan mediante procesos como la selección natural o las mutaciones aleatorias. En este sentido, es cierto que el juego presenta una serie de inexactitudes científicas (Herrero, y otros, 2014):

- **Esencialismo.** En el juego, existe una ausencia de variabilidad genética entre individuos de una misma especie o a lo largo del tiempo geológico, lo que puede reforzar la idea de que las formas biológicas poseen una esencia inmutable.
- **Teología.** Asignación de un propósito a los seres vivos.
- **Intencionalidad.** En *Spore™*, el jugador es un agente externo inteligente con la capacidad de modificar a su antojo a su criatura y este es uno de los puntos que el docente tiene que trabajar durante las clases para evitar que el alumnado entienda que esa es la mecánica real del proceso evolutivo, evitando así inexactitudes científicas. Es fundamental introducir los conceptos del azar y la selección natural en el proceso evolutivo.

Sin embargo, como se ha comentado, muchos miembros de la comunidad educativa ven en este videojuego una magnífica oportunidad para aumentar el interés y la motivación de los estudiantes de ciencias biológicas durante la etapa de secundaria, a pesar de que sea necesario trabajar a fondo algunos conceptos con la ayuda del profesor de forma previa y durante las actividades entorno al juego (Herrero, y otros, 2014). Además, después de las actividades programadas con el videojuego, se puede proponer a los alumnos una serie de debates relacionados con él, como lo que puede estar sucediendo en otros planetas o si la única forma de evolución posible es la que se conoce actualmente.

La evolución es un concepto que a menudo supone un desafío para los estudiantes de secundaria y es precisamente en este punto en el que *Spore™* puede convertirse en un gran aliado, siempre y cuando se tengan en cuenta los sesgos científicos antes mencionados y el docente encuentre una estrategia pedagógica efectiva para tratarlos. En este sentido, algunas directrices que es interesante que siga el docente son abordar los propios conceptos erróneos de una forma directa mediante enfoques de refutación, definir y concretar con los alumnos los principios de la investigación científica y utilizar los problemas relacionados con los modelos como si fueran herramientas cognitivas (Herrero, y otros, 2014). De esta forma, se facilitará el éxito del docente en la tarea de utilizar los fallos del juego a favor del aprendizaje de los alumnos, que es el objetivo final del uso del videojuego como recurso didáctico.

4. Propuesta de intervención

Para alcanzar el objetivo de este trabajo, realizar una propuesta de ABJ utilizando un videojuego como recurso didáctico, se han diseñado 4 actividades con las que se trabajan diversos contenidos del Bloque 3 La biodiversidad en el planeta Tierra. Además, se trabajan 4 de las 7 competencias clave que establece la LOMCE: competencias básicas en ciencia y tecnología, competencia digital, comunicación lingüística y aprender a aprender.

Para un correcto desarrollo de la propuesta en función de los objetivos marcados, es imprescindible no basar las actividades en los conceptos científicos erróneos que simula *Spore™*, si no utilizarlos de manera conjunta a los preconceptos erróneos de los alumnos para que desarrollen su pensamiento crítico y sean capaces de realizar sus propias reflexiones y conclusiones al respecto. El objetivo es que puedan establecer relaciones entre los conocimientos previos que poseen y las diferentes situaciones que experimenten en el juego.

4.1. Contextualización

Esta propuesta de intervención está diseñada para ser utilizada en 1º de ESO como una forma de facilitar la transición al nuevo centro y a las nuevas normas sociales a las que se enfrentan los adolescentes, mediante el uso del videojuego en el aula, ya que es un recurso que despierta su interés. Sin embargo, es igualmente aplicable a 3º de ESO, si bien en este caso el objetivo principal del uso del videojuego en el aula sería el de favorecer que el alumnado recupere la conexión con los conocimientos de biología y geología que obtuvo dos cursos académicos atrás.

Si bien las actividades que se desarrollan en esta propuesta de intervención han sido diseñadas para trabajar el bloque de contenidos Biodiversidad en el planeta Tierra de 1º de ESO (RDL 1105/14, de 26 de diciembre), se trata de un complemento que en ocasiones requiere el uso de una metodología diferente al ABJ. Es decir, las actividades están planteadas para incluirse en diferentes unidades didácticas que combinan varias metodologías e instrumentos de evaluación, en función del tema concreto del bloque de contenidos que se esté desarrollando.

Así, para sacar el máximo provecho de estas actividades es recomendable, por ejemplo, dedicar antes de cada una, al menos una clase teórica basada en el modelo expositivo, de forma que los alumnos puedan tener un primer contacto con los términos, conceptos y procesos con los que van a trabajar. El número de estas sesiones dependerá del contexto y de las necesidades específicas de cada grupo, a las que el docente deberá estar atento para asegurar que todos los estudiantes llegan a las actividades con un nivel mínimo de conocimiento que él mismo estipulará como necesario para el correcto desarrollo de la actividad. Así se promueve un proceso de enseñanza aprendizaje constructivo, que además permite tener en cuenta los preconceptos de los alumnos como inicio de su aprendizaje.

Por otra parte, hay que tener en cuenta que el tiempo que se dedica a cada actividad y a cada una de las partes que las componen, también se verá influido por el contexto. En esta propuesta se recomiendan unos tiempos concretos que cada docente deberá amoldar a su grupo clase a la hora de implementar las actividades, atendiendo a sus características personales, tanto individuales como colectivas. Algunos de estos aspectos pueden ser el comportamiento, la capacidad de atención, la motivación, la capacidad de razonamiento o deducción, el nivel de conocimiento del que se parte, la velocidad a la que se produce el aprendizaje o la destreza con los videojuegos y los ordenadores.

Además, dependiendo del contexto y de las características anteriores, puede ser conveniente dedicar algunas sesiones entre las actividades para hacer una puesta en común más detallada, para ayudar a los alumnos a afianzar el conocimiento adquirido, para ampliar los contenidos trabajados y para resolver posibles dudas que hayan quedado tras la actividad en cuestión. Por último, también recomendable tener al menos una sesión con los alumnos al finalizar todas las actividades para analizar su experiencia con el juego y realizar tanto una autoevaluación como una evaluación de la propuesta, de la que puedan surgir ideas de mejora.

En cuanto al propio videojuego, cuenta con una interfaz y unos controles muy sencillos, de forma que no es necesario tener conocimientos previos sobre el juego para poder desarrollar las actividades sin ningún problema. No obstante, y teniendo en cuenta las dificultades que pueden presentar algunos alumnos para manejar un ordenador o tableta electrónica o bien para dominar los controles del juego, la primera actividad comienza con una tarea grupal, de forma que todos puedan familiarizarse con el videojuego antes de enfrentarse a un reto en solitario. Además, el acceso a *Spore* es muy asequible aunque se trate de un videojuego comercial y no gratuito, de forma

que es fácil que muchos de los alumnos puedan tener acceso a él desde casa si lo desean, aunque sin duda es otro de los aspectos que dependerá del contexto social.

En cuanto a los requisitos que necesita un centro para que esta propuesta pueda llevarse a cabo, es suficiente con tener algún tipo de dispositivo electrónico que soporte el software del videojuego. En los centros que dispongan de un aula de informática, las sesiones de las actividades abajo descritas se realizarán en dicha aula, agrupando a los alumnos cuando sea necesario en función del número de ordenadores disponibles. Por su parte, en los centros en los que cada alumno cuenta con su propio ordenador portátil o tableta digital, la realización de estas actividades puede realizarse sin necesidad de desplazarse de la propia aula en la que se dé clase habitualmente.

En base al Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, en esta propuesta se trabajan los contenidos pertenecientes al Bloque 3 Biodiversidad en el planeta Tierra de 1º de ESO, así como cuatro de las siete competencias clave que establece la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE): competencia digital, competencias básicas en ciencias y tecnología, aprender a aprender y competencia en comunicación lingüística.

4.2. Metodología

Las actividades se van a organizar en sesiones de 55 minutos que se repartirán de la siguiente forma: 30 minutos de juego libre con el videojuego, 10 minutos para debate y/o reflexión internos y 15 para puesta en común y conclusiones. Durante la fase de juego libre el profesor irá pasando por los diferentes grupos, observando las notas que toman los alumnos, solucionando dudas que vayan surgiendo y proponiendo cuestiones para debate. Durante la fase de debate grupal, el profesor será el mediador del debate, controlando los turnos de palabra y planteando nuevos contenidos del tema a colación de los debates que se generen en el aula de forma espontánea.

Es importante tener en cuenta que para desarrollar el bloque de contenidos completo es necesario complementar estas sesiones de Aprendizaje Basado en Juegos con sesiones en las que predomine otro tipo de metodología, quizás de tipo expositivo, de forma que se trabajen en clase los cuatro contenidos restantes del bloque:

- La célula. Características básicas de la célula procariota y eucariota, animal y vegetal.
- Reinos de los Seres Vivos. Moneras, Protoctistas, Fungi, Metafitas y Metazoos. Invertebrados: Poríferos, Celentéreos, Anélidos, Moluscos, Equinodermos y Artrópodos. Características anatómicas y fisiológicas.
- Vertebrados: Peces, Anfibios, Reptiles, Aves y Mamíferos. Características anatómicas y fisiológicas.
- Plantas: Musgos, helechos, gimnospermas y angiospermas. Características principales, nutrición, relación y reproducción.

4.3. Actividad 1: Estrategias vitales

Etapa de microorganismo

El juego comienza con una animación en la que un meteorito impacta contra el planeta y algunos de sus fragmentos caen a un medio acuático. De uno de esos fragmentos emerge un microorganismo, que es el que va a controlar el jugador, explorando en busca de alimentos a la vez que interactúa con otros microorganismos de su misma especie y de otras.

La dieta varía en función de si se ha elegido la opción herbívoro o carnívoro, de forma que los herbívoros se alimentan de algas y los carnívoros de carne que obtienen de otros microorganismos muertos. Así, el personaje va haciéndose cada vez más grande y consiguiendo “puntos de ADN”, hasta que aparece la opción de reproducirse con otro individuo de la misma especie, como se ve en las siguientes fotografías tomadas durante la experiencia con el videojuego:

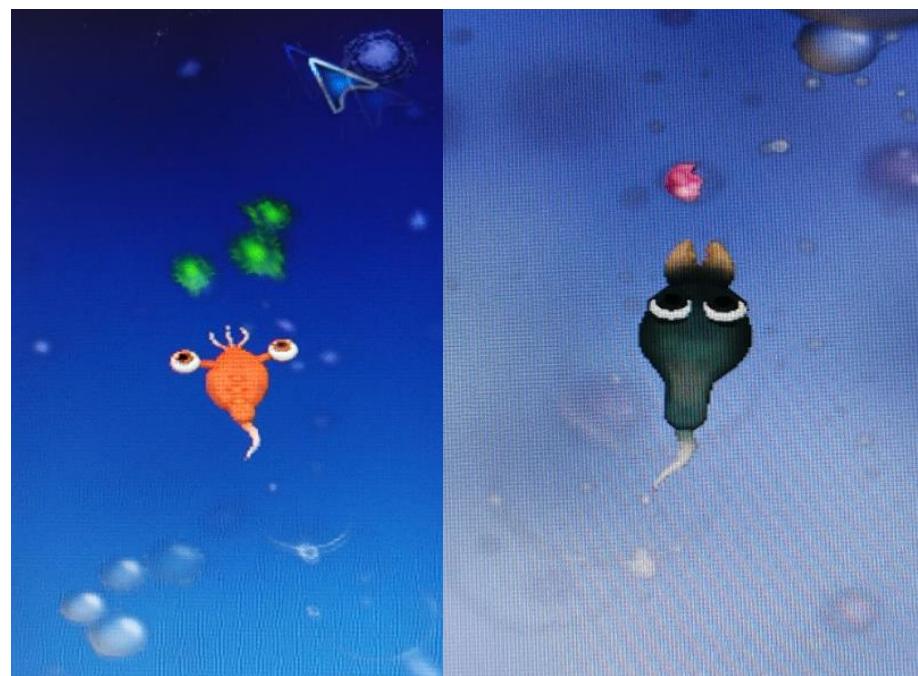


Figura 5. Microorganismo herbívoro (derecha) y microorganismo carnívoro (izquierda) alimentándose, elaboración propia (2019)



Figura 6. Pareja de microorganismos reproduciéndose, elaboración propia (2019)

Es en este contexto en el que se desarrolla la primera actividad, cuyos elementos principales se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 3. Presentación de la actividad 1

Objetivos	Conocer los principales tipos de alimentación heterótrofa Establecer relaciones entre la morfología y la dieta de un animal Diferenciar los comportamientos propios de carnívoros <i>vs.</i> Herbívoros
Contenidos específicos	Las tres funciones que caracterizan a los seres vivos: nutrición, relación y reproducción (RDL 1105/14, de 26 de diciembre).
Competencias	Básica en ciencias y tecnología Digital Aprender a aprender Comunicación lingüística
Agrupamiento	Trabajo en equipo: 8 equipos de 3 o 4 alumnos cada uno
Evaluación	<u>Instrumentos:</u> Cuestionario grupal (escrito) Debate general (oral) <u>Criterios</u> (RDL 1105/14, de 26 de diciembre): Describir las funciones comunes a todos los seres vivos, diferenciando entre nutrición autótrofa y heterótrofa Determinar a partir de la observación las adaptaciones que permiten a los animales y a las plantas sobrevivir en determinados ecosistemas <u>Estándares de aprendizaje</u> (RDL 1105/14, de 26 de diciembre): Comprende y diferencia la importancia de cada función para el mantenimiento de la vida Contrasta el proceso de nutrición autótrofa y nutrición heterótrofa, deduciendo la relación que hay entre ellas Relaciona la presencia de determinadas estructuras en los animales y plantas más comunes con su adaptación al medio

Esta actividad está orientada a la exploración y análisis de las dos variables que ofrece el juego: el tipo de alimentación, con las categorías herbívoro y carnívoro y la forma de relacionarse con otros microorganismos, con las categorías pacífico y agresivo. Para ello, se divide a los alumnos en ocho grupos de entre 3 y 4, a cada uno de los cuales el docente les asigna una dieta y un comportamiento concreto tal y como recoge la siguiente tabla:

Tabla 4. Agrupamiento del alumnado en la actividad Estrategias vitales

Alimentación/Etología	Herbívoro	Carnívoro
Pacífico	Grupos 1 y 2	Grupos 3 y 4
Agresivo	Grupos 5 y 6	Grupos 6 y 7

Una vez realizados los agrupamientos, cada grupo dispone de 30 minutos para dedicarle al juego. Para que todos puedan participar durante este tiempo, cada vez que el microorganismo se alimente lo suficiente como para aumentar de tamaño, pasará a controlarlo otro compañero del grupo.

Después cada grupo tendrá 10 minutos para poner en común sus ideas y llegar a un acuerdo contestando un cuestionario por escrito del que se propone un modelo a continuación:

Cuestionario Spore Actividad 1. Estrategias vitales

Nombre del grupo:

Curso:

Fecha:

- ¿Eres herbívoro o carnívoro?, ¿pacífico o agresivo?
 - ¿A cuántos microorganismos has matado?, ¿cuántas veces has muerto?
 - ¿Cuántas veces te has reproducido/has modificado a tu personaje?
 - ¿Qué estrategia has seguido en tus modificaciones? (Por ejemplo, a un herbívoro pacífico le interesa incluir muchos flagelos en sus modificaciones para ser más rápido y poder huir de los predadores y las confrontaciones).
 - ¿Cómo interactuaban contigo otros microorganismos con tu misma dieta?
 - ¿Cómo interactuaban contigo otros microorganismos con diferente dieta?
 - ¿Te ha resultado sencillo alimentarte?
 - ¿Cuánto has tardado en terminar la etapa?
 - ¿Crees que hubieras tenido la misma experiencia en un medio aéreo o terrestre? Argumenta tu respuesta.
 - ¿Te gustaría cambiar tu estrategia de alimentación o de comportamiento?, si es así, ¿por qué opción querrías cambiarla?

Por último y en base a lo contestado en los cuestionarios, se procede al debate común entre los grupos, en el que el docente hace las veces de mediador y que durará 15 minutos. Es especialmente interesante comparar las respuestas de los grupos que compartían características para evaluar si han tenido experiencias similares durante el juego y a continuación, comparar las dificultades con las que se han encontrado en cada una de las cuatro opciones vitales trabajadas.

En este punto, de cara a la evaluación de la actividades conveniente que el docente lleve a cabo una anotación escrita de las observaciones que haga durante el debate. Así, la finalidad de esta primera actividad es utilizar su experiencia con el juego y las respuestas del cuestionario para ayudarles a alcanzar por sí mismos una serie de conclusiones entorno a la diversidad de seres vivos y su forma de relacionarse entre ellos y con el medio que les rodea, tales como:

- El aparato bucal que tienen los animales da información sobre su dieta.
- Los organismos heterótrofos son los que obtienen su alimento a partir de otros seres vivos.
- Los organismos autótrofos son los que son capaces de fabricar su propio alimento.
- Los organismos heterótrofos compiten por la comida, sea cual sea su dieta.
- Realizar la apreciación de que a los carnívoros se les comen otros carnívoros más grandes también, no solo los herbívoros sirven de presa.
- Importancia de la parte abiótica del medio para el desarrollo de los seres vivos.

La evaluación de esta actividad se realizará teniendo en cuenta tanto las respuestas que ha dado cada grupo en el cuestionario escrito, como las conclusiones a las que han sido capaces de llegar entre todos durante el debate final, con las anotaciones que haya realizado el profesor al respecto. De esta forma, se puede realizar una evaluación integral, teniendo en cuenta no solo la adquisición de contenidos que reflejará el cuestionario si no los aspectos referentes a las competencias trabajadas, como la destreza con el uso de la plataforma digital, la capacidad reflexiva y argumentativa, la corrección a la hora de expresarse tanto de forma oral como escrita y la capacidad de ser partícipe del desarrollo de su propio aprendizaje.

4.4. Actividad 2: Clasificación I

Etapa de microorganismo

Continuando en esta misma fase del juego, se desarrolla la segunda actividad:

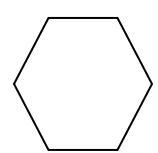
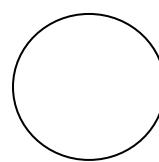
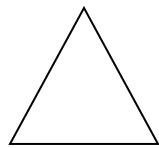
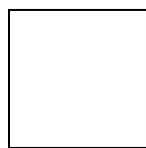
Tabla 5. Presentación de la actividad 2

Objetivos	Reconocer la función y la utilidad de una clave dicotómica Desarrollar la capacidad de observación Ser capaz de realizar una clasificación científica de un grupo de seres vivos
Contenidos	Sistemas de clasificación de los seres vivos Características anatómicas del reino animal (RDL 1105/14, de 26 de diciembre).
Competencias	Básica en ciencias y tecnología Aprender a aprender Comunicación lingüística
Agrupamiento	Puesta en común de ideas y posterior trabajo individual
Evaluación	<u>Instrumento:</u> Clave dicotómica creada por el alumno <u>Criterios</u> (RDL 1105/14, de 26 de diciembre): Categorizar los criterios que sirven para clasificar a los seres vivos Utilizar claves dicotómicas u otros medios para la identificación y clasificación de seres vivos <u>Estándares de aprendizaje</u> (RDL 1105/14, de 26 de diciembre): Aplica criterios de clasificación de los seres vivos Clasifica seres vivos a partir de claves de identificación

Mediante esta actividad se pretende que los alumnos se familiaricen con la clasificación de los seres vivos en base a características propias que los diferencian de otros grupos taxonómicos. Para ello, se propone trabajar con claves dicotómicas, de forma que comprendan su utilidad y su proceso de realización. La clave dicotómica se realiza a través de una serie de pasos enumerados, de forma que en cada uno se utiliza un carácter para diferenciar al individuo que lo posee del resto. Para entender mejor este concepto, puede resultar útil pensar en el propio término dicotomía, que es la división de un concepto en dos aspectos, en este caso división de un grupo de individuos en base a una característica única.

Antes de comenzar con esta actividad en el aula y debido a la complejidad del proceso, es imprescindible que el docente dedique los primeros 15 minutos de la sesión a realizar una clave a modo de ejemplo en la pizarra, para que los alumnos vean cuál es su función y cómo se organiza, de forma que puedan consultar el ejemplo siempre que lo necesiten. Para que este ejemplo sea efectivo, la clave debe cumplir una serie de características:

- Que sea sencilla y corta: cuatro elementos, que se traducirán en una clave de tres pasos.
- No necesariamente sobre contenido biológico: figuras geométricas.
- Elegir elementos que se puedan observar directamente o sean fáciles de representar: cuadrado, triángulo, círculo y hexágono.



Además, ya que el manejo de claves dicotómicas resulta complicado para alumnos de 1º de ESO, se propone su división en dos pasos con la intención de simplificar el proceso y facilitar su comprensión. El primer paso es localizar características de cada elemento:

Tabla 6. Características de cada elemento a clasificar

Figura	Cuadrado	Triángulo	Círculo	Hexágono
Segmentos (n)	4	3	1	6
Vértices (n)	4	3	0	6

Una vez realizado este paso se procede con la clave dicotómica:

1. Sin vértices.....Círculo
Con vértices.....Paso 2
2. Con seis segmentos.....Hexágono
Con otro número de segmentos.....Paso 3
3. Con tres vértices.....Triángulo
Con otro número de vértices.....Cuadrado

Una vez explicado el ejemplo, durante los siguientes 30 minutos se dará paso a que los alumnos realicen su propia clave dicotómica utilizando los ocho microorganismos creados por cada grupo en la actividad 1 “Estrategias vitales”, con la morfología con la que alcanzaron la capacidad de evolucionar a la siguiente etapa del juego.

Ya que cada grupo elegiría una serie de estructuras diferentes con las que modificar a su personaje, a continuación, se muestran ocho seres vivos diferentes obtenidos durante la experiencia del juego, que se tomarán como ejemplo para la realización de una clave dicotómica que permita diferenciar inequívocamente a cada individuo de los demás.

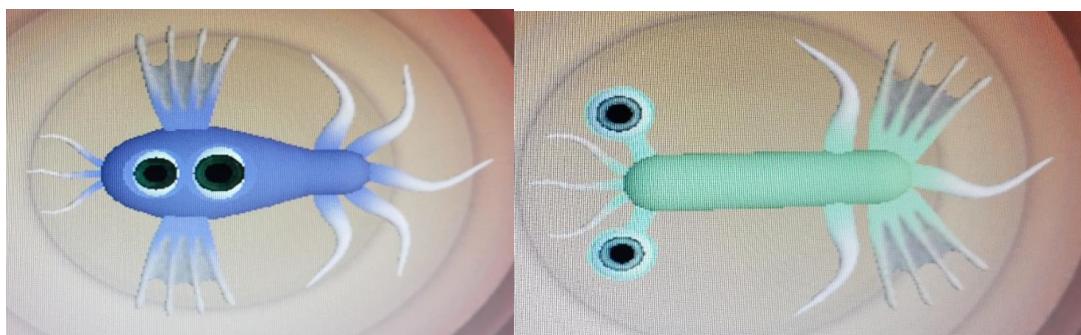


Figura 7. Ejemplo de organismos herbívoros y pacíficos (nombrados 1 y 2 para la realización de la clave), elaboración propia (2019)

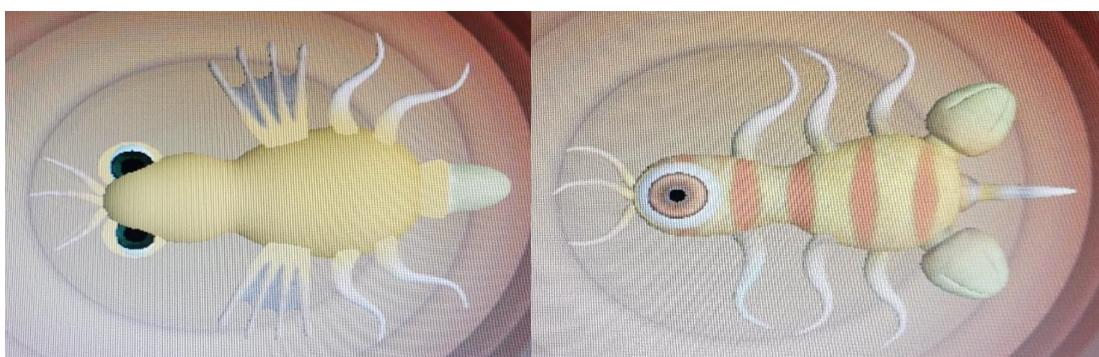


Figura 8. Ejemplo de organismos herbívoros y agresivos (nombrados 3 y 4 para la realización de la clave), elaboración propia (2019)

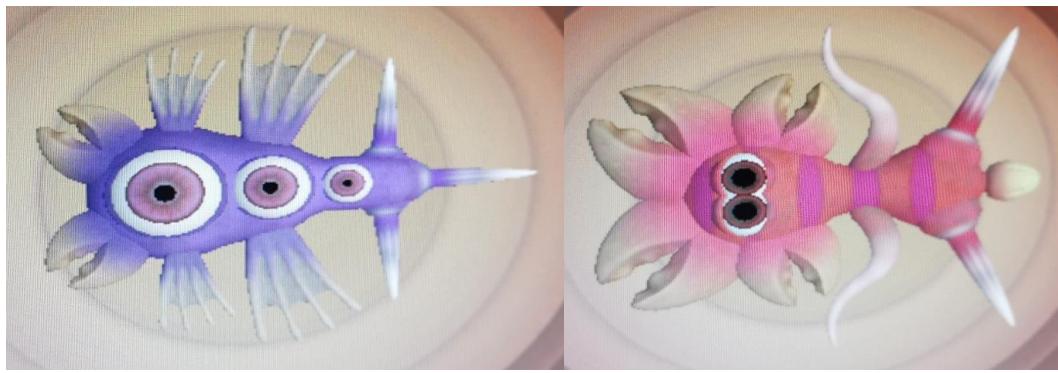


Figura 9. Ejemplo de organismos carnívoros y pacíficos (nombrados 5 y 6 para la realización de la clave), elaboración propia (2019)

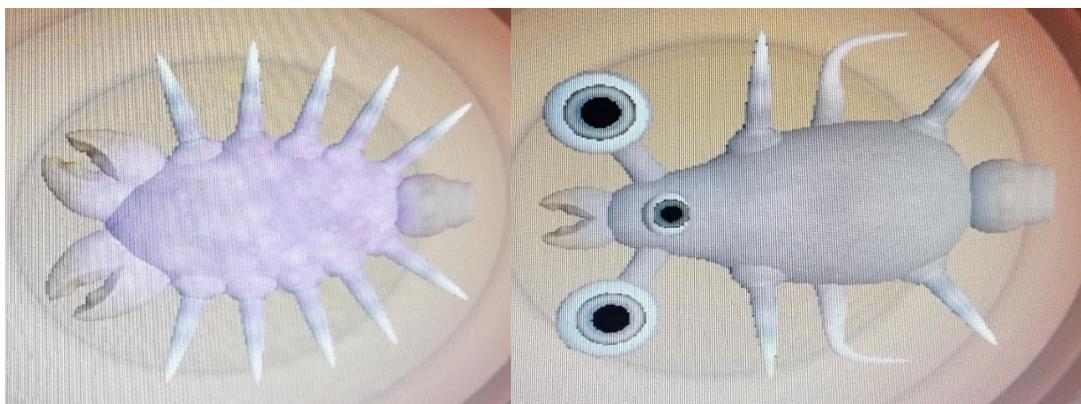


Figura 10. Ejemplo de organismos carnívoros y agresivos (nombrados 7 y 8 para la realización de la clave), elaboración propia (2019)

Al igual que en el ejemplo, el primer paso será recoger en una tabla características propias de cada individuo a clasificar. Este proceso se llevará a cabo mediante una lluvia de ideas en común que el profesor irá recogiendo en la pizarra:

Tabla 7. Ejemplo de características propias de cada microorganismo

Organismo/ Carácter	1	2	3	4	5	6	7	8
Ojos (n)	2	2	2	1	3	2	0	3
Aletas (n)	2	2	2	0	4	0	0	0
Flagelos (n)	5	3	4	6	0	2	0	2
Púas (n)	0	0	0	1	3	2	10	4
Boca (n)	1	1	1	1	2	4	2	1
Boca (tipo)	Filtro	Filtro	Filtro	Filtro	Pinza	Pinza	Pinza	Pinza

A continuación, con la ayuda de la tabla anterior en la pizarra, cada alumno procederá a realizar su clave dicotómica, identificando caracteres que sean únicos de un individuo y que permitan separarlo del resto en cada paso. Por ejemplo:

1. Sin ojos.....Organismo 7
Con ojos.....Paso 2
2. Con un solo ojo.....Organismo 4
Con otro número de ojos.....Paso 3
3. Con cuatro aletas.....Organismo 5
Con otro número de aletas.....Paso 4
4. Con cinco flagelos.....Organismo 1
Con otro número de flagelos.....Paso 5
5. Con cuatro púas.....Organismo 8
Con otro número de púas.....Paso 6
6. Con tres flagelos.....Organismo 2
Con otro número de flagelos.....Paso 7
7. Con boca tipo filtro.....Organismo 3
Con boca de otro tipo.....Organismo 6

Los últimos 10 minutos de la sesión se utilizarán para resolver dudas y remarcar la importancia de la clasificación de los seres vivos, así como el concepto y el proceso de realización de una clave dicotómica. Por último, la evaluación de esta actividad se lleva a cabo mediante la revisión de cada clave dicotómica y resultará especialmente enriquecedor para el aprendizaje del alumno que el profesor lleve a cabo una evaluación acompañada de comentarios enfocados a la mejora, resolución de problemas y avance hacia el futuro, lo que en inglés se conoce como un *feedforward*, en lugar de limitarse a señalar los errores cometidos como sucede con la retroalimentación o *feedback*.

4.5. Actividad 3: Clasificación II

Etapa de especie

Esta actividad es la primera que se realiza en la etapa de especie dentro del juego, cuando el microorganismo que se manejaba en la fase anterior evoluciona y coloniza el medio terrestre. En este nuevo escenario el jugador se encuentra en un nido con algunos de sus congéneres y tiene la posibilidad de explorar el mapa descubriendo nuevas especies con las que comparte hábitat. Además, al igual que en la fase de microorganismo, el jugador se puede encontrar con nuevas partes con las que modificar a su personaje mediante la reproducción con un congénere.

Tabla 8. Presentación de la actividad 3

Objetivos	Diferenciar y conocer las categorías taxonómicas: dominio, reino, filo, clase, orden, familia, género y especie Conocer ejemplos de cada categoría
Contenidos	Categorías taxonómicas Concepto de especie Nomenclatura binomial (RDL 1105/14, de 26 de diciembre).
Competencias	Básica en ciencias y tecnología Digital Aprender a aprender Comunicación lingüística
Agrupamiento	Trabajo en equipo: 8 equipos de 3 o 4 alumnos cada uno
Evaluación	<u>Instrumentos:</u> Propuestas realizadas durante la clase Esquema de categorías taxonómicas obtenido <u>Criterios</u> (RDL 1105/14, de 26 de diciembre): Describir las características generales de los grandes grupos taxonómicos y explicar su importancia en el conjunto de los seres vivos Reconocer las características morfológicas principales de los distintos grupos taxonómicos <u>Estándares de aprendizaje</u> (RDL 1105/14, de 26 de diciembre): Discrimina las características generales y singulares de cada grupo taxonómico

	Aplica criterios de clasificación de los seres vivos, relacionando los animales y plantas más comunes con su grupo taxonómico
--	---

Continuando con la clasificación de los seres vivos, en esta tercera actividad se introduce a los alumnos el concepto de categoría taxonómica. El objetivo principal es que conozcan las ocho categorías taxonómicas en las que se clasifican los seres vivos y sean capaces de poner ejemplos característicos de cada una de ellas, haciendo hincapié en la categoría de especie. Para alcanzar de forma satisfactoria estos dos objetivos principales, esta actividad se dividirá en dos sesiones, en lugar de realizarse en una sola sesión como las anteriores.

La primera sesión se enfoca en el concepto de especie, para lo cual los alumnos recuperan la organización en los 8 grupos que se hicieron inicialmente y durante la media hora de juego libre correspondiente, deberán recopilar información sobre su planeta y las especies con las que se encuentren, tomando nota del número de especies totales que habitan el planeta y de las características anatómico-morfológicas que presentan.

En lo que al papel del docente se refiere, esta actividad se basa en la realización de cuestiones que provoquen un choque cognitivo en los alumnos, que les haga plantearse posibilidades que hasta el momento no habían tenido en cuenta. Por ejemplo, a la pregunta cuántas especies hay en tu planeta, es muy probable que algunos grupos de alumnos basen sus respuestas en los otros animales que han observado en su exploración sin tener en cuenta las especies vegetales, de las cuales el juego permite incluso alimentarse a los herbívoros.

El objetivo final de esta actividad es que los alumnos asimilen las características que tienen que darse para poder utilizar el concepto de especie: dos individuos son de la misma especie si pueden reproducirse entre sí y tener descendencia fértil. Para ayudarles a llegar a esta conclusión y después del tiempo dedicado a la exploración libre con el videojuego en el que cada grupo haya obtenido un número de especies concreto en su planeta, el docente preguntará por qué ese número de especies y no otro, es decir, cada grupo deberá argumentar en qué criterios se han basado para diferenciar una especie de otra. Para esta tarea dispondrán de 10 minutos, durante los que reflejarán por escrito aquellas características que hayan tenido en cuenta para discriminar especies. Por último, en los 15 últimos minutos de la sesión, mediante la

puesta en común de los criterios de cada grupo y con la guía del docente, los alumnos llegarán a la conclusión deseada sobre el concepto de especie.

En la segunda sesión y partiendo del concepto de especie alcanzado en la sesión anterior, el docente durante los primeros 15 minutos presentará a los alumnos las ocho categorías taxonómicas principales explicando el carácter inclusivo de las mismas mediante un esquema como el que se muestra a continuación que los alumnos deberán copiar en su cuaderno:

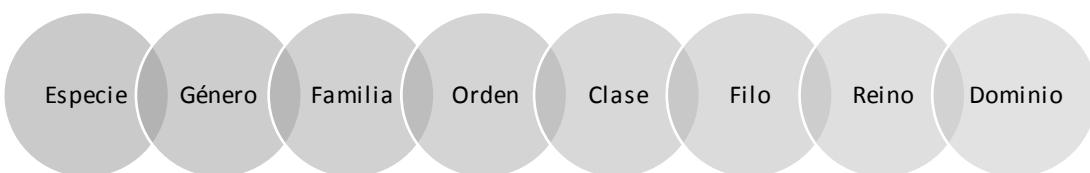


Figura 11. Esquema de las principales categorías taxonómicas

De igual manera, presentará en la pizarra un esquema idéntico al anterior, pero utilizando un ejemplo de una especie real como el gato:

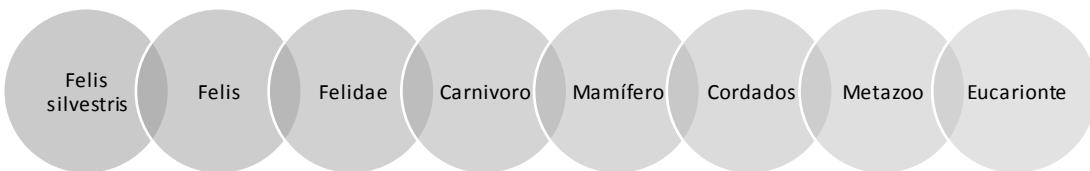


Figura 12. Esquema de las categorías taxonómicas a las que pertenece el gato (*Felis silvestris*)

A continuación, comenzará la media hora de juego libre correspondiente, durante la cual cada grupo tendrá la oportunidad de completar las anotaciones realizadas en la sesión anterior sobre cada una de las especies encontradas en su planeta, lo que les resultará imprescindible para llevar a cabo la siguiente tarea: realizar un esquema similar al anterior para la especie que ellos mismos han creado y otras dos más con las que convivan.

Evidentemente al tratarse de un juego, tendrán que inventar un nombre para cada especie, momento que el docente aprovechará para hacer hincapié en la nomenclatura binomial propia de esta categoría taxonómica. Para el resto de las categorías, aunque no sea posible hacer una clasificación científica correcta al tratarse de especies ficticias, se trata de que sean capaces de diferenciar las características morfológicas comunes a una categoría, agrupando las diferentes especies en función de dichas categorías. Se pretende que el alumno se familiarice con los criterios de clasificación y las categorías taxonómicas, de forma que tengan diferentes ideas y les surjan dudas que el profesor pueda ir aclarando para ayudarles a fijar conceptos.

4.6. Actividad 4: Trabajo monográfico

Todas las etapas

Tabla 9. Presentación de la actividad 4

Objetivos	Desarrollar capacidad de síntesis Asimilar los conceptos y procesos trabajados con el videojuego Mejorar la capacidad de expresión oral y escrita Mejorar la realización y el uso de técnicas de estudio
Contenidos	Síntesis de todo lo trabajado en las sesiones anteriores (RDL 1105/14, de 26 de diciembre).
Competencias	Básica en ciencias y tecnología Digital Aprender a aprender Comunicación lingüística
Agrupamiento	Trabajo individual
Evaluación	<u>Instrumentos</u> : Informe escrito y presentación oral <u>Criterios</u> (RDL 1105/14, de 26 de diciembre), (además de los curriculares correspondientes a los contenidos): Ser capaz de resumir de forma individual los contenidos trabajados Exponer con claridad y corrección información científica <u>Estándares de aprendizaje</u> (RDL 1105/14, de 26 de diciembre), (además de los curriculares correspondientes a los criterios de evaluación): Discierne los contenidos importantes sobre lo irrelevante Demuestra capacidad de síntesis

En esta última actividad, cada alumno deberá realizar un trabajo monográfico que refleje los contenidos de la asignatura que se han ido trabajando a lo largo del resto de sesiones dedicadas al videojuego. Para ello, tomarán como hilo conductor un individuo del juego, desde la primera etapa de microorganismo hasta la que cada alumno quiera llegar. En el trabajo deben aparecer reflejados al menos, los siguientes puntos:

- Presentación del individuo. Características morfológicas y etológicas seleccionadas por el alumno.
- Decisiones tomadas durante la etapa de microorganismo.
- Estructuras descubiertas durante la etapa de microorganismo y sus funciones asociadas, así como ventajas o inconvenientes de las mismas.
- Presentación del individuo modificado con el que se pasa a la etapa de especie. Características morfológicas y etológicas.
- Clave dicotómica que clasifique las especies con las que cohabita el planeta.
- Decisiones tomadas durante la etapa de especie en cuanto a las interacciones con otras especies.
- Ventajas e inconvenientes de formar alianzas o, por el contrario, de llevar a la extinción a otras especies.
- Conclusiones. Resumen de los contenidos más importantes.

Además, se valorará positivamente y así se les hará saber a los alumnos al explicar esta actividad, la inclusión de información extra que sea relevante en la asignatura pero que no se haya trabajado en las sesiones. Por ejemplo, en la etapa de especie, el juego permite la interacción entre especies ofreciendo dos posibles actitudes, agresiva o social, cada una de las cuales permite llevar a cabo diferentes acciones como morder, empujar y gruñir o bailar, cantar y posar, respectivamente. Estas interacciones pueden describirse y utilizarse para introducir descripciones de diferentes ecosistemas que se observan en los planetas y las características morfológicas asociadas de las especies que los forman. Otros aspectos que pueden mencionar en sus trabajos están relacionados con la geología, como por ejemplo realizar la apreciación de que cada planeta es diferente y tiene unas características y agentes de relieve distintos: volcanes, ríos, desiertos, llanuras, etc.

Para realizar el trabajo, los alumnos dispondrán de dos sesiones más en las que tendrán acceso al juego si lo necesitan y podrán dedicar tiempo a realizar gráficos, dibujos, fotografías, esquemas o cualquier otro elemento que quieran incluir en sus trabajos. En todo momento contarán con el apoyo y la orientación del docente en caso de que este se percate de que el enfoque de algún trabajo es inadecuado o mejorable.

La evaluación de esta última actividad de cierre se llevará a cabo teniendo en cuenta el informe escrito que presente cada alumno y la exposición de 10 minutos que tendrán que llevar a cabo al resto de sus compañeros, valorándose tanto los contenidos reflejados como los aspectos mencionados en la Tabla 9.

4.7. Evaluación

En la educación actual, asegurar una evaluación integral que refleje la adquisición de contenidos y el análisis de las competencias, es una tarea compleja y que requiere un tiempo a veces excesivo para los docentes y más aún cuando se trata de grupos numerosos (Padilla-Zea, y otros, 2015). Por este motivo, la evaluación de esta propuesta y sus cuatro actividades (Tabla 10. Elementos que intervienen en la evaluación de las actividades propuestas) se realiza desde tres perspectivas, inicial, continua y final, teniendo en cuenta que es precisamente el docente quien establece qué, cómo y cuándo evaluar en base a las reglas que considere adecuadas. De esta forma se consigue que el profesor pueda centrarse en cubrir las necesidades de los alumnos y en el propio proceso de enseñanza y aprendizaje, sacando el máximo provecho de cada actividad.

Tabla 10. Elementos que intervienen en la evaluación de las actividades propuestas

	Objetivos	Competencias	Contenidos	Evaluación
Estrategias vitales	Conocer los tipos de alimentación heterótrofa y la morfología y comportamiento asociados	Ciencia y tecnología, digital, aprender a aprender y comunicación	Funciones de los seres vivos: nutrición, relación y reproducción	Cuestionario y debate
Clasificación I	Mejorar la observación, realizar y usar claves dicotómicas	Ciencia y tecnología, aprender a aprender y comunicación	Clasificación científica y anatomía animal	Clave dicotómica
Clasificación II	Diferenciar y conocer ejemplos de las categorías taxonómicas	Ciencia y tecnología, digital, aprender a aprender y comunicación	Categorías taxonómicas, concepto de especie y nomenclatura binomial	Ideas sobre el concepto de especie, esquema de categorías taxonómicas
Trabajo monográfico	Fijar contenidos anteriores, desarrollar capacidad de síntesis, mejorar la expresión científica, escrita y oral	Ciencia y tecnología, digital, aprender a aprender y comunicación	Todos los anteriores y valorable relacionarlos con otros aspectos de la asignatura	Informe escrito y presentación oral

Antes de presentar a los alumnos el juego, es necesario haber introducido algunos de los contenidos básicos del tema en cuestión (Herrero, y otros, 2014), ayudándoles a realizar esquemas, tomar apuntes o mapas conceptuales que luego les servirán de guía para consultar las bases científicas reales mientras están jugando, de forma que se previene un posible aprendizaje erróneo o el refuerzo de los preconceptos inadecuados que tenían los alumnos (Bean, Sinatra, & Schrader, 2010).

El primer paso para conseguir la evaluación completa e integral es ser consciente del conocimiento que poseen los alumnos sobre la biodiversidad en nuestro planeta, cómo se ha generado, cuáles son sus principales procesos naturales y cuál es su tiempo de actuación geológico. Sólo así se puede utilizar el videojuego *Spore™* como una herramienta metodológica útil en el aula y asegurar un correcto proceso de aprendizaje de los alumnos. Para ello, se propone una evaluación previa a través de un cuestionario escrito para descubrir los conocimientos que tienen los alumnos sobre el tema de estudio, ideas correctas de las que aún no conocen el nombre que se les da en el ámbito de las ciencias y, sobre todo, preconceptos erróneos. A partir de aquí podemos empezar a trabajar con una propuesta adaptada a nuestro grupo clase.

La legislación educativa española lleva promoviendo la evaluación continua desde 1970, aspecto que han seguido recogiendo las reformas educativas posteriores con el objetivo de detectar las dificultades en el aprendizaje de los alumnos en el momento en el que se producen, conocer sus causas y fomentar la participación de los alumnos en su propio aprendizaje (Padilla-Zea, y otros, 2015). Con este objetivo en mente y para el bloque de contenidos que se desarrolla en esta propuesta, es interesante que el docente realice una serie de observaciones y preguntas a los alumnos, tanto durante el transcurso del juego libre como durante los tiempos de debate.

Algunas de estas observaciones son sobre cómo juegan los estudiantes, qué tipo de dudas les vienen a la cabeza mientras juegan al videojuego en el contexto escolar, qué relaciones son capaces de establecer por sí mismos entre la simulación que experimentan en el juego y sus conocimientos previos y en general, si están utilizando el juego de forma que se potencie su aprendizaje o si lo están basando en una experiencia lúdica intrascendente. Es de todo este tipo de cuestiones de las que depende en gran medida el éxito o el fracaso del videojuego como recurso metodológico, por lo que, además del instrumento de evaluación utilizado en cada actividad concreta, es recomendable realizar un cuestionario que las recoja, asegurando la evaluación continua durante el desarrollo de las sesiones programadas con el videojuego.

En esta propuesta se han diseñado diferentes instrumentos de evaluación para cada actividad, que recogen los contenidos, pero también las competencias, ya que desde la década de los 90 se ha fomentado su uso como una nueva forma de gestión de los procesos educativos (Padilla-Zea, y otros, 2015). En el caso de la primera actividad y como se indicó en su desarrollo, estos instrumentos consisten en un cuestionario escrito sobre la experiencia que ha tenido el alumno durante el

videojuego y las anotaciones que realiza el profesor en el debate grupal. En esta última es imprescindible que el docente observe el comportamiento y la participación de cada uno de los alumnos, no el desarrollo del debate en general.

En la segunda actividad, dedicada a la clasificación de los seres vivos, el instrumento de evaluación utilizado es el resultado directo del trabajo de los alumnos, la clave dicotómica que han realizado.

En la tercera actividad, orientada a otros aspectos sobre la clasificación de los organismos, se evaluarán las ideas y conclusiones a las que sean capaces de llegar los alumnos sobre el concepto de especie y el esquema sobre las categorías taxonómicas que han realizado.

En la cuarta actividad, que consiste en la realización de un trabajo monográfico que debe recoger todos los aspectos trabajados durante las sesiones anteriores sobre la biodiversidad en nuestro planeta, utilizando el videojuego como hilo conductor para explicarlos, el instrumento de evaluación usado por el docente será el propio informe que presente cada alumno, así como la presentación oral que realice ante el resto de sus compañeros.

Por último, la evaluación final consiste en una encuesta de satisfacción que el docente pedirá que rellenen los estudiantes. Con ella se pretende conocer la opinión de los alumnos sobre la metodología y los recursos utilizados, pero además es importante que esta encuesta refleje una evaluación no solo del uso del videojuego en el aula, sino también del papel que ha tenido el docente a lo largo de toda la propuesta, ya que la autoevaluación es imprescindible para la mejora y la información obtenida servirá al docente para realizar las modificaciones pertinentes en la propuesta de cara a los siguientes cursos académicos. Para asegurar la sinceridad en las respuestas obtenidas y ya que se trata de una evaluación sobre la propuesta y sobre cómo la ha conseguido implantar el docente, la encuesta se realizará de forma anónima. A continuación, se propone un modelo de dicha encuesta:

Cuestionario *Spore* Encuesta de satisfacción

Curso:

Fecha:

- ¿Te has divertido utilizando *Spore* durante las clases?
 - ¿Crees que las cuatro actividades que has realizado te han ayudado a aprender?
 - ¿Modificarías alguna de las actividades en lo referente a contenidos y/o duración a lo largo de las sesiones?
 - ¿Tu profesor te ha ayudado en el desarrollo de las actividades?
 - ¿Tienes alguna propuesta de mejora concreta o se te ocurre alguna actividad que te hubiera gustado llevar a cabo?
 - ¿Te gustaría que los profesores utilizaran más a menudo los juegos para explicar el temario?

5. Conclusiones

Tras la realización de la revisión bibliográfica inicial y el desarrollo de la propuesta con sus actividades específicas, se pueden sacar algunas conclusiones claras:

- El ser humano a lo largo de la historia ha utilizado el juego para aprender.
- La sociedad actual y los niños y adolescentes que se están desarrollando en ella, está fuertemente marcada por la digitalización y la electrónica.
- El uso de los videojuegos en las aulas es una forma de incorporar las TIC.
- En el ámbito de las ciencias naturales, los videojuegos resultan útiles para explicar algunos conceptos y procesos abstractos para los alumnos de secundaria.
- En cualquier campo de estudio y nivel académico, el uso de los videojuegos fomenta la motivación, participación, implicación e interés de los alumnos.
- La implementación de un videojuego en el aula conlleva un alto coste de tiempo para el profesorado, por lo que no siempre es viable.
- La sociedad actual demanda una evaluación completa e integral que recoja la adquisición de contenidos, el desarrollo de las competencias clave y la autoevaluación que permita la mejora.
- En una propuesta de estas características, el diseño de las actividades debe estar cuidado para evitar dar mucho peso al componente lúdico y conseguir que sea realmente productivo para el aprendizaje del alumnado.

En cuanto al grado de consecución de los objetivos marcados, para el desarrollo de esta propuesta se ha intentado tener todos los aspectos anteriores en cuenta manteniendo el énfasis en utilizar el juego como reclamo que aumente y mantenga el interés por el tema trabajado. Esta propuesta no se ha centrado en los conceptos científicos erróneos que simula *Spore™*, sino en el uso de esos conceptos para favorecer el desarrollo del pensamiento reflexivo y crítico en los alumnos, que les permita establecer relaciones entre sus conocimientos previos y las experiencias vividas durante el desarrollo del juego. Para que resulte un recurso eficaz pedagógicamente, es necesario que el docente sea capaz de crear un contexto educativo alrededor del juego, de forma que pueda integrarse el currículo oficial.

En definitiva, creo que es de vital importancia que se produzca un cambio a nivel social en cuanto a la concepción de los videojuegos de forma que su incorporación en las aulas no produzca un rechazo tan grande en algunos sectores de la comunidad educativa y que se normalice su uso como una herramienta pedagógica más.

6. Limitaciones y prospectiva

Son varios los problemas con los que se encuentra un docente a la hora de desarrollar una propuesta de intervención basada en el uso de un videojuego en el aula como recurso didáctico. Por un lado, los videojuegos educativos que se encuentran por internet son, en su mayoría, aburridos, poco motivantes o con unos requisitos de acceso muy específicos, que no pueden alcanzar todos los centros educativos. En este sentido, creo que es necesario que se produzca un cambio en lo referente al diseño de estos videojuegos, intentando encontrar un equilibrio entre el componente lúdico y el educativo, de forma que instruya a los alumnos, pero sea divertido.

Por otro lado, el planteamiento, diseño y organización de este tipo de sesiones lleva asociado un coste considerable de tiempo y esfuerzo por parte del docente, que en muchos casos es motivo suficiente como para no poder afrontarlo. Además, diseñar diferentes instrumentos de evaluación que aseguren una evaluación completa e integral de contenidos, competencias y que incluya la autoevaluación de la propia propuesta y de la actitud que el docente demuestra durante su realización, es una tarea compleja que también requiere de una inversión de tiempo considerable.

Por último, se ha intentado presentar una propuesta que sea factible si no en todos, en la gran mayoría de los centros educativos, ya que más allá de los recursos humanos y el recurso del tiempo, en lo que a recursos materiales se refiere, no es necesario más que un aula de informática en el centro. No es crucial contar con un número elevado de ordenadores para poder realizar las actividades propuestas, ya que se pueden realizar los agrupamientos en función de los ordenadores disponibles o incluso, en centros que cuenten con suficientes profesores en el departamento, realizar desdobles en las clases que permitan una atención del alumnado más personalizada.

En cuanto a las líneas de investigación futuras, este trabajo abre las puertas a múltiples posibilidades. Por ejemplo, hay que tener en cuenta que el juego ofrece otras dos etapas más que no se han contemplado en esta propuesta, tribu, civilización y espacio, las cuales permiten trabajar otros bloques de contenidos en la asignatura de Biología y Geología en 1º de ESO, como el Bloque 2 La Tierra en el universo, el Bloque 5 El relieve terrestre y su evolución y el Bloque 6 Los Ecosistemas.

Dejando a un lado *Spore*, existen otros muchos videojuegos, como los ejemplos mencionados en este trabajo, educativos o comerciales, que se pueden utilizar para fomentar la participación, motivación e interés de los alumnos de secundaria, tanto en las ciencias naturales como en otros campos de estudio diferentes. Además, la inclusión de los videojuegos en las aulas es una excelente forma de introducir el uso de las TIC en la dinámica habitual de la programación docente, que puede resultar de especial ayuda en centros que estén empezando a incorporar cambios hacia una mayor digitalización.

7. Referencias bibliográficas

- AEVI (Asociación Española de Videojuegos). (2018). *Anuario 2017. Anuario de la Industria del Videojuego*. Madrid.
- Angelone, L. (2010). Commercial video games in the science classroom. *Science Scope*.
- Bean, T. E., Sinatra, G. M., & Schrader, P. (2010). Spore: Spawning evolutionary misconceptions. *Journal of Science, Education and Technology*, 409-414.
- Chamorro, I. L. (2010). El juego en la educación infantil y primaria. *Autodidacta*, 19-37.
- Gómez-Martín, M. A., Gómez-Martín, P. P., & González-Calero, P. A. (2004). Aprendizaje basado en problemas. *ICONO. Revista de comunicación y nuevas tecnologías*.
- Herrero, D., del Castillo, H., Monjelat, N., García-Valera, A. B., Checa, M., & Gómez, P. (2014). Evolution and natural selection: learning by playing and reflecting. *New approaches in educational research*, 26-33.
- Jiménez, M. (2010). *La enseñanza y el aprendizaje de la biología*. Barcelona: Grao.
- LOF Sur. Tecnología Social para la Vida Buena. (2009). *KOKORI, aprendizaje en biología celular con videojuegos*. Obtenido de LOF Sur: <http://www.lofsur.cl>
- Microsoft studios. (2017). *Zoo Tycoon: Ultimate Animal Collection*. Obtenido de Microsoft store: <https://www.microsoft.com>
- Mosquera Gende, I. (20 de Marzo de 2019). *¿Gamificas o juegas? Diferencias entre ABJ y Gamificación*. Obtenido de Fundación UNIR. UNIR Revista: <https://www.unir.net>
- Occelli, M., Biber, P. A., Willging, P. A., & Valeiras, N. (2015). Jugar y aprender biología celular: una experiencia con el videojuego Kokori. *Trabajo presentado en XI Jornadas Nacionales y VI Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología*.
- Padilla-Zea, N., Medina Medina, N., Gutiérrez Vela, F. L., Paderewski, P., López-Arcos, J. R., Núñez Delgado, M. P., & Rienda Polo, J. (2015). Evaluación continua para aprendizaje basado en competencias: Una propuesta para videojuegos educativos. *Revista Iberoamericana de Informática Educativa*, 25-38.
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, que establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*, 37, de 3 de enero de 2015

- Salas, M. I. (2010). La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tendencias educativas. *Educare*, 131-142.
- Salvador, A. C., & Cayón, F. M. (2016). Barreras y ayudas percibidas por los estudiantes en la transición entre la educación primaria y secundaria. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 49-64.
- Stegman, M. (18 de Diciembre de 2014). *Immune defense*. Obtenido de Molecular Jig Games: <http://www.molecularjig.com/>
- Valderrama, B. (2015). Los secretos de la Gamificación: 10 motivos para jugar. *Capital humano*, 72-78.