

# La Teoría de la Evolución y la selección natural: aprender a través del juego y la reflexión

David Herrero<sup>1\*</sup>, Héctor del Castillo<sup>2</sup>, Natalia Monjelat<sup>3</sup>, Ana Belén García-Varela<sup>4</sup>, Mirian Checa<sup>5</sup>, Patricia Gómez<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Dpto. Ciencias de la Educación, Universidad de Alcalá, España {david.herrero@uah.es}

<sup>2</sup>Dpto. Ciencias de la Educación, Universidad de Alcalá, España {hector.delcastillo@uah.es}

<sup>3</sup>Dpto. Ciencias de la Educación, Universidad de Alcalá, España {natalia.monjelat@uah.es}

<sup>4</sup>Dpto. Ciencias de la Educación, Universidad de Alcalá, España {abelen.garcia@uah.es}

<sup>5</sup>Dpto. Ciencias de la Educación, Universidad de Alcalá, España {m.checa@uah.es}

<sup>6</sup>Dpto. Ciencias de la Educación, Universidad de Alcalá, España {patricia.gomez@edu.uah.es}

Recibido el 2 Septiembre 2013; revisado el 5 Septiembre 2013; aceptado el 30 Septiembre 2013; publicado el 15 Enero 2014

DOI: 10.7821/naer.3.1.26-33

## RESUMEN

Estar alfabetizado científicamente va más allá de la simple reproducción del currículum escolar de ciencias, siendo más bien un conjunto de habilidades tales como la identificación de cuestiones científicas, la explicación científica de fenómenos y el uso de evidencias científicas. Por otra parte, varios estudios han mostrado cómo el uso de determinados videojuegos dentro de las aulas de ciencia puede ayudar al desarrollo conceptual de fenómenos y teorías científicas por parte de los estudiantes.

En este artículo presentamos una experiencia de investigación donde se analizó el rol del videojuego comercial *Spore* como herramienta de aprendizaje relacionada con conceptos de la teoría de la evolución y la selección natural. Desde una perspectiva etnográfica, se desarrolló un taller de 5 sesiones con 22 estudiantes del 4º curso de ESO, con su profesora de Biología, dentro de la misma asignatura.

Los resultados muestran cómo el videojuego llegó a convertirse en una herramienta para mejorar la comprensión de los procesos evolutivos. Los estudiantes pudieron comparar sus ideas previas con el conocimiento académico a través de la simulación presentada en el videojuego.

En síntesis, en este artículo se trata de aportar orientaciones empíricas sobre estrategias y perspectivas efectivas para la utilización de videojuegos dentro de las aulas, así como algunas reflexiones en relación al uso de videojuegos como herramientas de aprendizaje.

**PALABRAS CLAVE:** VIDEOJUEGOS, ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS, ETNOGRAFÍA, EDUCACIÓN SECUNDARIA, ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE

## 1 INTRODUCCIÓN

Cuando aún era demasiado pronto como para considerar el potencial educativo de los videojuegos, ya entonces tenía lugar

la cuestión de cómo presentar la información a los estudiantes en las escuelas. Dewey (1910) mantenía que la ciencia debe ser presentada como algo más que una colección de hechos aislados, para promover con ello el desarrollo de actitudes científicas así como el interés y la curiosidad por esta rama de la actividad humana.

Hoy en día, tanto el conocimiento de la ciencia como el conocimiento sobre la ciencia, son más importantes que nunca. La ciencia es relevante en la vida de cada persona y su comprensión se ha convertido en una herramienta esencial para que las personas puedan conseguir sus objetivos. Esto hace algo especialmente importante del cómo se enseña y se aprende ciencia.

Tal como reporta la OECD a través de la publicación de los resultados de su estudio PISA, de media en los países de la OECD, el 18% de los estudiantes de 15 años no alcanza el nivel de habilidad 2 en una escala de 6 en ciencias. En ese nivel, los estudiantes tienen un conocimiento científico suficiente tanto para dar explicaciones posibles en contextos conocidos como para esbozar conclusiones basadas en investigaciones sencillas. Por ejemplo, los estudiantes cuyo nivel de habilidad en ciencia está limitado a 1 —dentro de esa escala de 1 a 6— encontrarán dificultades para participar plenamente en la sociedad en un momento en el que la ciencia y la tecnología juegan un importante rol en la vida cotidiana (OECD, 2010).

La comprensión de la ciencia y la tecnología es central para la preparación de una persona joven en una sociedad moderna. Esto les permite participar plenamente en una sociedad en la que la ciencia y la tecnología juegan un rol importante. En este sentido, es notorio que mientras el 93% de los estudiantes señala que la ciencia es importante para la comprensión del mundo natural, y el 92% apunta que los avances en ciencia y tecnología usualmente mejoran las condiciones de vida de las personas, sólo un 57% señala la ciencia como muy relevante para ellos personalmente (OECD, 2007).

Estar alfabetizado científicamente es algo más que la simple reproducción del currículum escolar de ciencias, convirtiéndose en un conjunto de habilidades, tales como la identificación de cuestiones científicas, la explicación científica de fenómenos y el uso de evidencias científicas. Parece que todavía es necesario,

\*Por correo postal dirigirse a:

Departamento de Ciencias de la Educación  
Universidad de Alcalá  
C/ San Cirilo, s/n. 28801  
Alcalá de Henares, Madrid  
Spain

quizás más que nunca, no tratar de enseñar ciencia mediante la presentación de colecciones de hechos aislados para ser memorizados posteriormente.

De este modo, debido a las continuas comparaciones que hacen los jugadores de videojuegos entre las reglas que presentan éstos y lo que han aprendido en otros lugares (Prensky, 2001), parece apropiado sugerir la posibilidad de aprender ciencia a través de un videojuego. Las escuelas necesitan encontrar una finalidad educativa a muchas herramientas que no han sido originalmente diseñadas con tal propósito, pero que en realidad son muy significativas en la vida cotidiana de los estudiantes.

A este respecto, el potencial educativo de los videojuegos ha sido cada vez más objeto de debate y estudio en los últimos años. Diversos estudios (Mitchell & Savill-Smith, 2004; de Freitas, 2006; Egenfeldt Nielsen, Smith & Tosca, 2008) describen las ventajas y desventajas de estos videojuegos cuando se usan en la educación de ciencias, así como en otros ámbitos educativos.

Estos datos confirman el interés en incluirlos en los entornos educativos (de Freitas, 2006; Facer & Rudd, 2006; Kirriemuir, & McFarlane, 2004; Sandford, Ulicsak,; Mitchell & Savill-Smith, 2004; Steinkuehler, 2010; Panoutsopoulos & Sampson, 2012) dentro de las metodologías que abogan por la innovación en las aulas en diferentes áreas del currículum.

En este trabajo, nuestro objetivo es explorar cómo los videojuegos comerciales proporcionan oportunidades educativas innovadoras en el aula, donde se reúne a los jóvenes y a los adultos en estos nuevos espacios digitales. En concreto, vamos a explorar la preocupación general de que los juegos y las simulaciones deben estar necesariamente vinculados con contenidos científicos para, así, promover la comprensión científica. Para ello vamos a analizar la utilización del videojuego comercial *Spore* como un recurso de aprendizaje en una clase de Biología de 4º de ESO.

Una vez considerada la necesidad de diseñar entornos educativos en Educación Primaria y Secundaria donde los estudiantes puedan involucrarse con la ciencia y sus procedimientos, a continuación señalaremos algunas de las últimas investigaciones orientadas a explorar las posibilidades educativas relacionadas con contenidos científicos a través de videojuegos comerciales. Finalmente, presentaremos nuestro marco teórico desde donde entender qué sucedió en nuestra experiencia de investigación en términos de aprendizaje. Para este propósito, utilizamos algunos de los principios de aprendizaje destacados por James Paul Gee (2007). Asimismo, consideraremos algunos de los principios de aprendizaje y de enseñanza de la epistemología constructivista.

### 1.1 Videojuegos en contextos de aprendizaje formal

Varios estudios han mostrado cómo el uso de determinados videojuegos dentro de las aulas de ciencia puede ayudar al desarrollo conceptual de fenómenos y teorías científicas por parte de los estudiantes. Asimismo, también pueden ser útiles como herramientas metacognitivas para los estudiantes, o para los profesores con el fin de sensibilizarse más sobre el grado en que sus estudiantes son capaces de usar y aplicar conceptos y teorías científicas en una situación contextualizada (Nilsson & Jakobsson, 2010).

En este sentido, Barab y Dede (2007), argumentan que los videojuegos pueden ofrecer situaciones contextualizadas de

aprendizaje en las que los estudiantes pueden ampliar su comprensión sobre temas científicos. En su estudio, los estudiantes mostraron un incremento en sus conocimientos sobre conceptos relacionados con la calidad del agua, equilibrando factores científicos y socioeconómicos, y aprendieron cómo dirigir una investigación científica.

Siguiendo a Neulight y sus colegas, podemos decir que los videojuegos pueden ofrecer a los estudiantes experiencias en dominios complejos a las que de otra manera sería difícil acceder en clases ordinarias. También se argumenta que las representaciones dinámicas que ofrecen son más auténticas y explícitas que aquellas que los estudiantes serían capaces de observar por sí mismos en las aulas (Neulight, Kafai, Kao, Foley & Galas, 2007).

En una línea similar, Magnussen (2005) realizó un estudio en el cual los estudiantes tuvieron que resolver un caso de investigación forense, que no habría sido posible hacerlo en una clase tradicional. Los resultados indicaron que el juego creó un contexto de aprendizaje donde los estudiantes se organizaron para trabajar en grupo, idearon herramientas que les permitieron investigar el caso y discutieron acerca de los problemas que surgieron.

Siguiendo en esta perspectiva, Squire y Jan (2007) sugieren que los esfuerzos educativos deben estar enfocados en ayudar a los estudiantes a pensar científicamente y a usar argumentos científicos, para que así puedan hacer frente a los problemas que surgen en la sociedad actual.

En la investigación llevada a cabo por Nilsson y Jakobsson (2010), los resultados obtenidos indican que los videojuegos, como *SimCity 4*, que se utilizó en el contexto del aula de ciencias, pueden contribuir a crear una situación educativa donde se facilite y se haga explícita la reflexión sobre el contenido científico integrado.

Teniendo en cuenta las conclusiones de todos estos estudios, se puede encontrar que los juegos y las simulaciones, que no están estrictamente vinculados a contenidos científicos, pueden facilitar la comprensión científica en un contexto de aprendizaje apropiado. En ese sentido, es necesario señalar, como subrayan Squire y Jenkins (2003), la necesidad de considerar la versatilidad del juego, el ámbito académico, el modelo pedagógico y las diferentes estrategias seguidas con el fin de explorar el potencial educativo de cualquier videojuego.

### 1.2 El videojuego *Spore* como una herramienta de aprendizaje problemática

*Spore* (Electronic Arts, 2008) es un videojuego de simulación y estrategia en el que el jugador puede evolucionar una especie durante cinco etapas evolutivas. El jugador comienza con un organismo microscópico y, según avanza el juego, se desarrolla en sucesivas criaturas con características sociales y de inteligencia más complejas. El juego ofrece a los usuarios la posibilidad de “evolucionar la vida” o de modificar a las criaturas incorporándoles características que afectan a su capacidad para sobrevivir y prosperar.

Desde su publicación, en septiembre de 2008, ha habido una controversia en torno al potencial educativo de este videojuego. Por una parte, algunos científicos han señalado los problemas de considerar este juego como una vía para aprender Biología; por otra parte, algunos académicos y educadores ven al juego como una forma de involucrar a los estudiantes en las ciencias naturales.

De acuerdo con Bohannon (2008b), la capacidad de los jugadores para modificar sus criaturas es equivalente al famoso juguete para niños Mr. Potatoe. Al permitir a los jugadores controlar cómo evoluciona una criatura, *Spore* emplea un proceso de "manipulación externa" que los científicos rechazarían como no científica, señala Barbara Forrest, profesora de filosofía en la Universidad de Southeastern Louisiana (Cavanagh, 2009).

Aunque existe un apoyo considerable en el campo de la investigación a favor de los juegos en educación, el tratamiento de los principios científicos en *Spore* requiere un examen cuidadoso (Bean, Sinatra & Schrader, 2010). La representación de los procesos evolutivos que ofrece en este videojuego contiene algunos sesgos científicos (Bohannon, 2008a, 2008b; Sinatra, Brem & Evans, 2008). La evolución actúa sobre los individuos dentro de una especie en lugar de poblaciones; además, el juego no refleja la variabilidad genética en el tiempo o dentro de una especie. Como resultado, los jugadores no pueden observar la variabilidad genética en el tiempo o incluso dentro de esa especie. Por el contrario, *Spore* ofrece la posibilidad de cambiar completamente el diseño de una criatura a la vez. Además, el juego no representa la variación y el azar, ni el proceso natural de selección y el tiempo geológico.

La teoría de la evolución, formulada por Charles Darwin, afirma que cualquier forma de vida ha evolucionado durante millones de años a través del proceso de la selección natural, junto con la mutación aleatoria.

Por su parte, hay otras respuestas favorables de algunos estudiosos, quienes dan la bienvenida a su enfoque interactivo y atractivo con el tema de la evolución, a pesar de que algunas de sus características sacrifican el estricto rigor científico por la diversión. Para una serie de expertos académicos, familiarizados con los debates en torno a *Spore* o que lo han visto en acción, el juego es una forma inteligente de aumentar el interés de los estudiantes en la evolución. "Aún con las cosas que presenta erróneamente, podría ser una oportunidad para aprender", señala Joe Meert, un geólogo de la Universidad de Florida (Cavanagh, 2009). También se considera que el uso educativo del juego podría generar interesantes debates sobre lo que podría estar ocurriendo en otros planetas o sobre cómo podrían ser en términos evolutivos respecto a nuestro planeta otras formas de vida que se descubriesen en el espacio (Donahoo, 2008).

Tras cada una de las perspectivas anteriores, se puede encontrar una idea diferente de lo que es aprender y, en consecuencia, sobre el papel desempeñado por el jugador dentro del videojuego, sobre los procesos mentales que se requieren y, en última instancia, sobre el potencial educativo de videojuego *Spore*.

De manera similar, probablemente bajo estos dos enfoques también hay diferentes ideas sobre lo que tiene que ser una clase de ciencias en un aula: aprendizaje memorístico, tareas de reproducción de un contenido dado, y la figura del maestro como el portador del conocimiento, en contraposición al aprendizaje construido a través de las interacciones entre los alumnos contando con el profesor como un guía e impulsor.

Desde nuestra perspectiva, no consideramos a los estudiantes como receptores pasivos de información, sino como individuos que llevan a cabo activamente procesos de exploración.

Por otra parte, las principales preocupaciones sobre el uso de *Spore* como herramienta educativa parecen provenir de considerar al juego como una herramienta aislada. En nuestra experiencia de investigación, los juegos fueron sólo una herramienta, así como los debates, el libro académico, la forma

en que el profesor interactuaba con los alumnos, etc. Los conceptos erróneos contenidos en la simulación que presenta *Spore* deben ser conocidos antes de ser introducidos en una clase como una herramienta de aprendizaje. Este tipo de práctica es bastante diferente de la perspectiva en la que sólo existe el jugador, el juego, y, en este caso, los sesgos científicos contenidos en la representación que se muestra. La introducción de un juego como herramienta de aprendizaje siempre requiere de un examen anterior del juego así como de la consideración del modelo pedagógico que debe seguirse por parte del profesor (Bean et al., 2010).

### 1.2.1 Adentrándonos en el videojuego *Spore*

Este videojuego permite que los jugadores diseñen sus propias formas de vida, desde organismos unicelulares a especies interplanetarias. El juego comienza cuando un meteorito colisiona en medio de un océano de un planeta inhabitado. Cuando esta pieza de roca se desintegra bajo el agua, se revela el cuerpo que manejará el jugador, un organismo unicelular.

En la etapa de célula se simula la vida microscópica. Los movimientos del organismo que maneja el jugador están limitados a un plano de dos dimensiones, aunque se supone que está sumergido en un espacio de agua tridimensional. Durante esta etapa el jugador selecciona los atributos más importantes de la célula, incluyendo el tamaño y su forma de alimentación: carnívora o herbívora. El objetivo principal es alimentarse y evitar a los depredadores. Tomar alimentos no sólo repara el daño que le hayan causado al organismo otras especies o el propio entorno, también se consiguen puntos de ADN, que más tarde podrán ser usados para mejorar o actualizar algunas partes del cuerpo. Una vez se ha conseguido un determinado número de estos puntos, el organismo evoluciona desarrollando piernas y dejando atrás el entorno acuático.



Figura 1. Captura de pantalla de la primera fase del juego.

En el segundo escenario, el protagonista del videojuego se convierte en una criatura terrestre. Sobre el suelo, las principales actividades son alimentarse y, de nuevo, coleccionar material genético. Sin embargo, aquí el jugador puede dirigir su criatura a través del terreno en busca de otras especies frente a las que, una vez encontradas, dispondrá de dos opciones. Si se ataca, la extinción de la otra especie se convertirá en un nuevo objetivo, o, por el contrario, se puede tratar de entablar una relación amigable. La modificación de las diferentes partes de la criatura se realiza en el proceso que trata de simular la reproducción sexual, denominado "llamar a un compañero", en el que se

accede a una pantalla donde se pueden manipular las características de la criatura (por ejemplo, altura, color, tipo de boca, ojos, etc.). Al salir de ese menú de opciones volvemos al juego, donde las nuevas crías nacen inmediatamente reflejando ya todos los cambios realizados por el jugador.



Figura 2. Captura de pantalla de la segunda fase del juego.



Figura 3. Captura de pantalla del menú de creación de criaturas.

Una vez que la criatura ha evolucionado un número predefinido de veces, entra en la etapa tribal, donde las especies adquieren sentimientos y cultura. Desde este punto en adelante, ya no habrá más evolución a nivel biológico. La siguiente fase, donde el jugador tendrá que guiar a una civilización, presenta algunos aspectos relacionados con la sociología, la división el trabajo, la opinión pública, los movimientos religiosos y la posibilidad de crear edificios y gestionar recursos. En la última fase, el jugador controlará un imperio interplanetario con el objetivo de conquistar la galaxia conocida a través de naves espaciales.

En nuestra experiencia de investigación, situada dentro de la asignatura de Biología, y específicamente dentro del módulo relacionado con la teoría de la evolución, sólo se utilizaron las dos primeras fases del juego.

Desde el punto de vista de la biología evolutiva, algunas de las libertades que *Spore* se toma con la ciencia de la evolución son, por una parte, una visión esencialista a los rasgos y las cualidades de los organismos, según la cual éstos son inmutables

y no se pueden cambiar; por otra parte, la problemática creencia de que la evolución tiene un fin (Owens, 2012). Por último, tampoco se presenta una noción de aleatoriedad en la selección natural y la evolución, dando así la idea implícita de que existe un control por algún agente inteligente externo.

### 1.3 Principios de aprendizaje integrados en *Spore*

Antes de llegar a conclusiones demasiado apresuradas sobre el potencial educativo de este videojuego, ya sean en contra o a favor, como psicólogos educativos interesados en los procesos de aprendizaje, encontramos necesario profundizar en esta cuestión examinando el rol de *Spore* en un contexto formal de aprendizaje, como es el que representa la asignatura de Biología de 4º de ESO.

Si el potencial educativo de un videojuego fuera sólo una cuestión relacionada con la exactitud de la simulación y contenidos que presenta, probablemente ningún juego pasaría el examen. Por otra parte, también es necesario preguntarse si escuchar y leer acerca de la evolución durante algunas lecciones, con el fin de 'devolver' esos contenidos teóricos al profesor mediante un examen es la mejor forma de aprender sobre la evolución Darwiniana, o sobre cualquier otra cosa.

Los videojuegos nos han enseñado cómo los buenos juegos principalmente enseñan al jugador cómo desenvolverse en el contexto de ese juego y, entonces, a ser capaz de generalizar ese aprendizaje a otros contextos (Gee, 2007, Squire, 2011).

Con el fin de poder comprender los procesos de aprendizaje que tuvieron lugar durante nuestra experiencia de investigación, consideramos útil analizarla a la luz de algunos de los principios de aprendizaje señalados por Gee (2007). Estos principios están basados principalmente en dos áreas de investigación actual:

- Cognición situada, desde donde se argumenta que el aprendizaje humano no es solamente una cuestión de lo que hay en el cerebro de las personas, sino que se integra también en un plano material, social y cultural.
- Conexionismo, un área de trabajo que hace hincapié en las formas en que los seres humanos son poderosos reconocedores de patrones. Este cuerpo de trabajo sostiene que los seres humanos piensan bien cuando razonan sobre la base de los patrones que se han recogido a través de sus experiencias en el mundo, patrones que pueden llegar a ser generalizados posteriormente.

En relación a lo anterior, consideramos que la alfabetización —en el presente caso, sobre la teoría Darwiniana de la evolución y la selección natural— consiste en algo más que ser capaz de 'decodificar', y debido a que requiere que las personas sean capaces de participar en ciertos tipos de prácticas sociales, tenemos que centrarnos no sólo en códigos o representaciones, sino también en los dominios en los que se utilizan estos códigos y representaciones (Rogoff, Matusov & White, 1996).

Mediante la introducción del videojuego *Spore* como herramienta de aprendizaje en el aula durante 5 sesiones de 50 minutos en las que los estudiantes estuvieron organizados en 5 grupos, cada uno con una copia del juego *Spore*, lo que realmente hicimos fue crear un nuevo contexto —al menos diferente en relación a las clases habituales— donde los estudiantes pudieron aprender y reflexionar sobre la evolución y la selección natural utilizando su conocimiento previo e ideas abstractas sobre el tema, la simulación presentada en el



videojuego, así como el conocimiento académico sobre el que habían ya trabajado en las sesiones previas.

En este contexto, el potencial educativo de este videojuego está principalmente relacionado con el uso que la profesora y los estudiantes hicieron de él. ¿Cómo jugaron los estudiantes? ¿Qué preguntas se planteaban mientras jugaban? ¿Qué relaciones hicieron entre la simulación presentada en el videojuego y su conocimiento académico sobre la evolución? ¿Qué rol jugaron sus ideas previas al respecto mientras jugaban?

Consideramos que seguir este tipo de cuestiones es una manera más precisa de entender el aprendizaje promovido por el uso del videojuego *Spore* en un aula de 4º de ESO de Biología, que focalizar nuestra atención en los errores científicos que contiene la simulación que presenta el juego. Dichos sesgos científicos, de hecho, llegaron a ser útiles en algunas sesiones, al proponer a los alumnos que examinaran la mecánica del juego en busca de conceptos científicos no normativos para compararlos posteriormente con el conocimiento académico.

Aunque los principios de aprendizaje esbozados por Gee (2007) se consideran "incorporados" en los videojuegos, seleccionamos sólo algunos de ellos. Esta selección la hemos realizado tras una primera aproximación a los datos recogidos, teniendo en cuenta la naturaleza social de los procesos de aprendizaje que tuvieron lugar en nuestra experiencia de investigación, así como el papel desempeñado por el videojuego entre los alumnos, entre éstos y su profesora, y entre todos ellos en relación con los contenidos curriculares (Checa, García-Varela, Monjelat, Herrero, del Castillo, 2013).

Después de enumerar y definir los principios seleccionados, se discuten brevemente.

**Principio de la prueba:** el aprendizaje es un ciclo de probar el mundo (haciendo algo), reflexionando sobre las acciones y, sobre esa base, formulando hipótesis; comprobar el mundo para poner a prueba las hipótesis que luego se aceptarán o se replantearán.

**Principio de las rutas múltiples:** hay múltiples maneras de avanzar y progresar. Esto permite a los estudiantes tomar decisiones, fiarse de sus propias fortalezas y estilos de aprendizaje y de resolución de problemas, al mismo tiempo que exploran otros estilos alternativos.

**Principio de significado situado:** los significados de los signos (palabras, acciones, objetos, artefactos, símbolos, textos, etc.) están situados en la experiencia individual. Los significados no son generales ni están descontextualizados.

Enseñar evolución y selección natural es diferente a cualquier otro tema dentro de la ciencia debido a las posibilidades de malentendidos y malas interpretaciones. Hay muchos factores que pueden impedir la comprensión de los estudiantes, como las creencias personales, sociales o religiosas que no encajen o incluso sean contrarias con las ideas Darwinianas de la evolución (Schrader, 2012). En nuestra experiencia de investigación, el videojuego *Spore* se ha revelado como un escenario donde los estudiantes pueden utilizar y probar sus ideas previas en relación al contenido académico. En relación a esto, el videojuego ha funcionado como un incentivo para los estudiantes para que formularan hipótesis, las probaran y posteriormente las reformularan.

A pesar de la diferente temporización de cada una de las cinco sesiones de que constó el taller, los estudiantes tuvieron la oportunidad en todas ellas de jugar, formularse hipótesis y pensar acerca de la evolución siguiendo dos caminos,

representados por las dos opciones que presenta el juego en relación a cómo hacer evolucionar al organismo: de manera competitiva o cooperativa. Esta distinción en la forma de jugar, que se relaciona con las diferentes formas en que las especies se relacionan unas con otras, propició debates entre los estudiantes y su profesora.

Podríamos preguntarnos qué pasaría si algunos alumnos hubieran jugado previamente con este videojuego fuera de la escuela. En realidad esto no sucedió en nuestra experiencia de investigación, pero de todos modos, si tenemos en cuenta el principio de significado situado, necesariamente se tiene que pensar en el papel del videojuego *Spore* como un mundo virtual en el que investigar y generar hipótesis acerca de la evolución y la selección natural, pero también como una herramienta de aprendizaje integrada en un aula y una asignatura, que queda mediada por el contenido curricular y por la forma en que la profesora la presente. Al considerar *Spore* no como una herramienta independiente dentro de un aula, los conceptos erróneos acerca de la evolución que podría promover se convierten en temas sobre los que discutir con interés. Este es un asunto que necesariamente requiere de un profesor bien formado tanto en biología evolutiva como en la mecánica que presenta el videojuego.

## 2 METODOLOGÍA

### 2.1 Contexto de investigación

El proyecto que presentamos en este artículo fue realizado desde una perspectiva de análisis cualitativa, basada en aproximaciones etnográficas y narrativas (Anderson-Levitt, 2006; Connelly & Clandinin, 2006; Pink, 2006; Hollingsworth & Dybdahl, 2007) e incluyendo un análisis microetnográfico de discursos multimodales (Gee & Green, 1998).

Esta investigación se desarrolló en un Instituto público de Educación Secundaria en Coslada (Madrid) durante un curso académico completo. En este artículo presentamos los resultados de uno de los talleres que realizamos, llevado a cabo durante un mes con un grupo de 22 estudiantes de 4º curso de ESO y su profesora de Biología.

El taller fue organizado en dos fases: primero, diseñamos las actividades de aula en colaboración con la docente, buscando la mayor integración entre la práctica del videojuego y el contenido curricular trabajado en las clases habituales.

La segunda parte consistió en el desarrollo de 5 sesiones de 50 minutos en las que los estudiantes se organizaron en 5 grupos, cada uno con un ordenador y una copia del videojuego *Spore* instalada. Los primeros 30 minutos se dedicaban a jugar. Los 20 minutos restantes a debatir y reflexionar entre los cinco grupos, con las orientaciones de la profesora, sobre los principales temas que emergían del juego

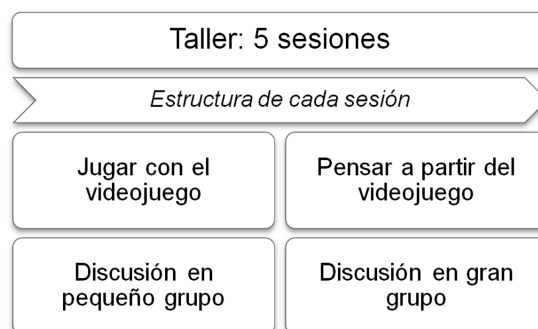


Figura 4. Fases del taller y principales actividades desarrolladas.

## 2.2 Análisis de los datos

El proceso mediante el cual recogemos y también generamos, los datos, que van a ser el corazón de la investigación, está mediado por infinidad de instrumentos, algunos de los cuales ni siquiera podemos prever, de tal modo que una vez dentro del aula, debemos registrar todo lo que se observa, en vista de la importancia que cobran en ocasiones cuestiones que en un primer momento no podíamos esperar (del Castillo, Herrero, García-Varela, Checa, Monjelat, 2012). En este sentido, son numerosos los instrumentos que nos han ayudado a registrar y analizar posteriormente la densidad de los datos, entre los que se encuentran las grabaciones de audio y de vídeo, las fotografías, los materiales manejados y los generados por los participantes en cada sesión, las notas de campo, los sumarios de las sesiones, etc.

Cuando el taller se completó, las grabaciones se segmentaron y analizaron con el apoyo de programas informáticos de análisis cualitativo, como NVivo y Atlasti. Esto nos permitió definir diferentes momentos en el proceso y, a partir de ahí, transcribir para explorar las actividades de niños y adultos en el aula para analizar prácticas culturales y estrategias pedagógicas.

Mediante un análisis micro-etnográfico de discursos multimodales (Gee & Green, 1998), se analizan los procesos y resultados de aprendizaje respecto a la teoría de la evolución y del propio despertar del interés científico que tuvieron lugar durante las sesiones que duró el taller. Concretamente, buscamos evidencias de las habilidades que desarrollan los estudiantes, como identificar problemas científicos o formular explicaciones sobre fenómenos científicos. Desde esta perspectiva, expondremos ejemplos que muestran cómo se representan los principios de aprendizaje que presentamos previamente (Gee, 2007) durante el proceso de juego.

## 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos revelaron que a lo largo de las sesiones los estudiantes desarrollaron diversas estrategias para jugar a *Spore* mientras exploraban junto con su profesora entornos reales y virtuales. Asimismo, pudieron argumentar sobre las diferentes teorías de la evolución que están presentes en el videojuego y sobre si éstas se correspondían fielmente o no con la teoría Darwiniana sobre la evolución y la selección natural. En este proceso, estuvieron presentes sus ideas previas y abstractas.

De esta manera, el videojuego ofrecía la oportunidad de desarrollar el contenido de la asignatura de Biología, explorando desde una perspectiva científica el universo virtual que presentaba. La profesora estableció los siguientes objetivos para el uso de esta herramienta:

- Reflexionar conjuntamente sobre las teorías de la evolución teniendo en cuenta la experiencia con el juego.
- Establecer relaciones entre la simulación presentada en el juego y las teorías de la evolución.

Dentro de la secuencia de la asignatura en la que se encuadra el taller de 5 sesiones con el videojuego *Spore*, la profesora había explicado previamente las teorías de la evolución en sus clases ordinarias. Durante las 5 sesiones del taller, los estudiantes tuvieron disponibles cualquier tipo de apuntes y libros de textos con que contaran. La disposición en grupos de los estudiantes facilitó discusiones espontáneas sobre las

posibles relaciones entre las teorías reflejadas en la dinámica del videojuego y las del mundo científico.

En este contexto, el rol de la profesora tuvo una doble dimensión. Por un lado, ella ejercía como guía para promover y ayudar en las discusiones en cada uno de los grupos durante la primera parte de las sesiones y, ya durante la parte final, en el grupo completo. En este sentido, la profesora resolvía dudas o malentendidos en relación a la teoría Darwiniana de la evolución. Por otra parte, la profesora presentaba y conducía la estructura temporal del taller, presentando las tareas y los sus objetivos.

A continuación presentaremos algunos extractos que reflejan estas cuestiones, mostrándonos cuál ha sido la dinámica llevada a cabo en el aula a partir de la introducción del videojuego.

El siguiente fragmento muestra cómo la profesora guía la conversación para ayudar a los estudiantes a pensar sobre contenidos de la asignatura a partir de sus experiencias con el juego:

Fragmento A. Reflexionando sobre la experiencia con el juego.

IES Manuel de Falla. 4º ESO. Clase de Biología. Sesión Nº 3.

Discusión entre un grupo de estudiantes (E1, E2) y su profesora (P)

[...]

1. E1: [El juego] sigue una estrategia Darwiniana.
2. P: ¿Por qué dices eso?
3. E1: Porque tiene lugar la selección natural.
4. P: ¿Pero por qué?
5. E1: Porque podemos mejorar nuestra criatura, algunas partes de su anatomía.
6. E2: Eso es de Lamarck.
7. P: Bueno, parece que tiene elementos de cada teoría. Qué elementos tiene de la evolución Darwiniana?
8. E1: Si no comes, otros animales más grandes te pueden comer.
9. P: ¿Y qué pensáis sobre Lamarck?
10. E2: Cuando en el juego tienes que elegir la anatomía del animal, el organismo puede producir que la criatura evolucione. La criatura está evolucionando, pero no por el entorno.

Esta interacción entre los estudiantes y su profesora es una muestra de cómo los estudiantes son capaces de vincular lo que han experimentado en el juego con los conceptos e ideas trabajadas en clase relacionadas con la evolución Darwiniana y otras teorías. Es más, el videojuego sirve a los estudiantes como un escenario virtual donde experimentar y comparar tanto sus ideas previas, como el conocimiento académico y las reglas de la simulación presentadas por el videojuego. De esta manera, ellos pueden clarificar e incluso ir más allá en su comprensión sobre conceptos de la evolución biológica y la selección natural, lo que se relaciona con el *principio de las rutas múltiples* y el *principio de la prueba* (Gee, 2007). Los estudiantes pueden probar diferentes caminos para conseguir diferentes resultados y, así, a partir de ello, pueden aprender generando y contrastando hipótesis sobre el mundo virtual. De esta manera, el alumnado está continuamente eligiendo y explorando alternativas que les ayudan en su proceso de crear, aceptar o reformular las hipótesis que han formado para explicar tanto el mundo real como el virtual.

Por otra parte, este fragmento también muestra cómo algunas veces los estudiantes usaron conceptos científicos (turno 10) sobre la base de un lenguaje científico relevante y otras veces sobre la base de un lenguaje cotidiano (turno 8). Este espacio común para dos maneras diferentes de expresarse representa la

idea base para que los estudiantes puedan ampliar su comprensión sobre asuntos científicos. La integración en el aula de tecnología que es significativa para ellos, como lo fue este videojuego, puede ayudar a que surjan estos espacios.

Otro punto que quisiéramos destacar es cómo el videojuego, funciona en este caso como una herramienta que ayuda a los estudiantes a utilizar sus ideas previas en el logro de nuevos resultados de aprendizaje.

Fragmento B. Reflexionando sobre la experiencia en el taller.

IES Manuel de Falla. 4º ESO. Clase de Biología. Sesión Nº 6.

Conversación entre un investigador (I), un estudiante (E) y su profesora (P)

1. I: ¿Qué os ha parecido este videojuego?
2. E: El juego mola, ¿no? pero no creo que cuando una persona esté jugando se ponga a pensar en los medios evolutivos que tiene, es decir, que si te pones a jugar en un aula pues sí, empiezas a pensarlo, pero cuando estás en tu casa estás más en plan, "ah voy a matar a este bichejo" lo cual, de hecho, creo que está relacionado con la teoría de Lamarck.
3. P: Claro, por eso lo hacemos aquí.

El contenido del fragmento se relaciona con el *principio del significado situado* ya que el estudiante enfatiza la importancia del contexto así como la presencia y el trabajo de los adultos como elementos claves de la experiencia de aprendizaje que ha tenido lugar en el aula. Asimismo, como manifestó la profesora en las entrevistas, el videojuego *Spore* fue una herramienta que le ayudó a sensibilizarse más sobre el grado en que sus estudiantes eran capaces de usar y aplicar conceptos y teorías con una situación contextualizada.

Este es un ejemplo de cómo el principio del significado situado puede ser encontrado en el uso hecho de *Spore* dentro de este taller. Los significados de la evolución y la selección natural y las dinámicas presentadas en el videojuego se fusionan durante la experiencia de jugar, así los estudiantes se hacen conscientes de cómo en diferentes contextos aplican su conocimiento de diferentes formas. El aula, como la profesora apunta en las entrevistas, es un escenario ideal para jugar y reflexionar en profundidad en algunas cuestiones sobre las que no se piensa de la misma manera en otros contextos.

Los estudiantes discutieron sobre qué rasgos físicos eran los mejores para sus criaturas. Tener argumentos científicos para poder establecer relaciones de causa y efecto es algo valioso, especialmente si esos argumentos provienen de una experiencia de aprendizaje donde el estudiante ha podido hacer comparaciones entre sus conocimientos previos, el conocimiento académico y la experiencia de jugar en una simulación.

#### 4 REFLEXIONES FINALES

A lo largo de este artículo hemos tratado de mostrar cómo el hecho de no considerar al videojuego *Spore* como una herramienta de aprendizaje aislada, lo que implica algo más que introducirlo en una clase de Biología y esperar a ver lo que ocurre, hace posible aumentar la comprensión de la Teoría de la Evolución por parte de los estudiantes.

*Spore*, como cualquier otro videojuego, no va a cambiar la forma en que se enseña la Biología en la escuela. Más allá de ese ingenuo punto de vista, consideramos a este videojuego como una forma interactiva para que los estudiantes exploren sus ideas previas y sus conocimientos académicos sobre la evolución y la selección natural.

En este sentido, es importante distinguir entre un método de enseñanza y una herramienta de aprendizaje: desde nuestra perspectiva, un videojuego dentro del aula se ajusta más a lo segundo.

Enseñar evolución y selección natural es diferente a cualquier otro tema dentro de la ciencia debido a las posibilidades de malentendidos y malas interpretaciones, consecuencia, por ejemplo, de creencias personales, sociales o religiosas que no encajen o incluso sean contrarias con las ideas Darwinianas de la evolución (Schrader, 2012). En nuestra experiencia de investigación, el videojuego formó parte de dinámicas reflexivas entre los alumnos alentadas por la profesora. De esta manera, *Spore* sirvió como incitador del debate, al permitir a los alumnos identificar su conocimiento intuitivo e ideas previas respecto a la evolución y la selección natural, para compararlo con el conocimiento académico y objetivado. La simulación presentada en el videojuego, aunque lejos de ser fidedigna respecto a la realidad que simula, se convierte en un escenario dentro de clase donde los alumnos pueden generar y contrastar hipótesis, ver representados conceptos teóricos trabajados en las clases habituales y, a partir de ello, originar debates en torno a cuestiones puntuales o malentendidos sobre la evolución biológica. Algunas de estas mismas cuestiones y malentendidos fueron detectados por la profesora justamente al usar este videojuego, cuando los alumnos pudieron explicitar y poner en práctica su conocimiento sobre este tema.

Es de esperar que los diseñadores del juego se acerquen lo más posible a una simulación real de la evolución, como también se puede esperar que los maestros sepan cómo crear contextos de aprendizaje en los que los estudiantes puedan desarrollar su propio interés por el tema, y no sólo trabajar para dar respuestas correctas o aprobar un examen final.

El principal aporte de *Spore* al proceso de enseñanza y aprendizaje, por un lado, se encuentra en cómo facilita a los alumnos el identificar y relacionar sus ideas previas y abstractas sobre la evolución biológica con los conceptos teóricos trabajados en clase; por otro lado, en el mayor conocimiento que puede llegar a tener la profesora sobre el grado de comprensión de sus alumnos sobre dichos conceptos.

Probablemente, el problema central de un juego como *Spore* es determinar si puede ser a la vez científicamente exacto y divertido (Robertson, 2008). A raíz de esta pregunta, parece que los detractores del uso educativo de este juego basan su crítica en que no está estrictamente vinculado con los contenidos curriculares.

Es importante que sea el docente quien conozca las virtudes y los defectos de cualquier videojuego, ya que será él quien lo introduzca en el aula como herramienta de aprendizaje. Estas ventajas e inconvenientes podrían funcionar como elementos para ser utilizados por los alumnos en sus procesos de aprendizaje, con el fin de comparar sus ideas previas con el conocimiento académico, etc. a menos que los maestros esperen encontrar un juego que pueda desempeñar el mismo papel que comúnmente tiene un libro de texto.

Por último, creemos que el potencial educativo de *Spore*, como el de casi cualquier otro videojuego, radica en la capacidad de los docentes (y no de los desarrolladores de software) para crear contextos de inmersión en los que integrar el currículum escolar.

## REFERENCIAS

- Anderson-Levitt, K. M. (2006). Ethnography. In J. L. Green, G. Camilli & P. B. Elmore (Eds.), *Handbook of complementary methods in education research* (pp. 279-296). Washington DC: AERA & LEA.
- Barab S., & Dede, C. (2007). Games and immersive participatory simulations for science education: an emerging type of curricula. *Journal of Science, Education and Technology*, 16(1), 1-3. doi: 10.1007/s10956-007-9043-9
- Bean, T. E., Sinatra, G. M., & Schrader, P. G. (2010). Spore: Spawning evolutionary misconceptions? *Journal of Science Education and Technology*, 19(5), 409-414. doi: 10.1007/s10956-010-9211-1
- Bohannon, J. (2008a). 'Spore' Documentary Spawns Protest By Scientists Who Starred in It. *Science*, 322(5901), 517. doi: 10.1126/science.322.5901.517a
- Bohannon, J. (2008b). Flunking spore. *Science*, 322(5901), 531. doi: 10.1126/science.322.5901.531b
- Cavanagh, S. (2009). Game enables users to guide evolution on screen. *Education week*, 12. Retrieved from <http://www.edweek.org/ew/articles/2008/09/12/04spore.h28.html>
- Checa, M., García-Varela, A. B., Monjelat, N., Herrero, D., & del Castillo, H. (2013). Participatory Culture and skill for new media learning. In B. Bigl & S. Stoppe (Eds.), *Playing with Virtuality, Theories and Methods of Computer Game Studies*. Frankfurt am Main: Peter Lang.
- Connelly, F. M., & Clandinin, D. J. (2006). Narrative inquiry. In J. L. Green, G. Camilli & P. B. Elmore (Eds.), *Handbook of complementary methods in education research* (pp. 477- 489). Washington DC: AERA & LEA.
- De Freitas, S. (2006). Learning in immersive worlds: A review of game-based learning. Bristol, London: JISC.
- Del Castillo, H., Herrero, D., García-Varela, A. B., Checa, M., & Monjelat, N. (2012). Desarrollo de competencias a través de los videojuegos deportivos: alfabetización e identidad. *RED. Revista de Educación a Distancia*, 11(33).
- Dewey J. (1910). *How We Think*. New York: Dover. doi: 10.1037/10903-000
- Donahoo, D. (2009, November 5). Five reasons to use Spore in classroom [Web log message]. Retrieved from <http://www.wired.com/geekdad/2009/11/5-reasons-to-use-spore-in-the-classroom/>
- Egenfeldt, S., Smith, J. H., & Tosca, S. P. (2008). *Understanding Video Games: The essential Introduction*. New York: Routledge.
- Electronic Arts (2008). What is SPORE? Retrieved from <http://www.spore.com/what>
- Gee, J. P., & Green, J. L. (1998). Discourse analysis, learning and social practice: A methodological study. *Review of Research in Education*, 23, 119-171.
- Gee, J. P. (2007). *What video games have to teach us about learning and literacy*. New York: Palgrave MacMillan.
- Hollingsworth, S., & Dybdahl, M. (2007). Talking to learn. The critical role of conversation in narrative inquiry. In D. J. Clandinin (Ed.), *Handbook of narrative inquiry. Mapping a methodology* (pp. 146-176). Thousand Oaks, CA: Sage. doi: 10.4135/9781452226552.n6
- Kirriemuir, J. & McFarlane, A. (2004). *Literature Review in Games and Learning*. Bristol: Graduate School of Education, University of Bristol.
- Magnussen, R. (2005). Learning games as a platform for simulated science practice. *Conference proceedings of DiGRA 2005 conference: changing views—worlds in play*. Vancouver, Canada.
- Mitchell, A. & Savill-Smith, C. (2004). *The use of computer and video games for learning. A Review of the Literature*. London: Learning and Skills Development Agency.
- Neulight, N., Kafai, Y. B., Kao, L., Foley, B., & Galas, C. (2007). Children's participation in a virtual epidemic in the science classroom: making connection to natural infectious disease. *Journal of Science Education and Technology*, 16(1): 47-58. doi: 10.1007/s10956-006-9029-z
- Nilsson, E. M., & Jakobsson, A. (2010). Simulated Sustainable Societies: Students' Reflections on Creating Future Cities in Computer Games. *Journal of Science Education and Technology*, 20(1), 33-50. doi: 10.1007/s10956-010-9232-9.
- OECD (2007). PISA 2006: Science Competencies for Tomorrow's World. Executive Summary. Retrieved from OECD website: <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/pisa2006/39725224.pdf>
- OECD (2010). PISA 2009 at a Glance. Retrieved from OECD website: <http://www.oecd.org/pisa/46660259.pdf>
- Owens, T. (2012). Teaching intelligent design or sparking interest in science? What players do with Will Wright's Spore. *Cultural Studies of Science Education*, 7(4), 857-868. doi: 10.1007/s11422-012-9383-5
- Panoutsopoulos, H., & Sampson, D. G. (2012). A study on exploiting commercial digital games into school context. *Journal of Educational Technology & Society*, 15(1), 15-27.
- Pink, S. (2006). *Doing visual ethnography: Images, Media and Representation in Research*. London: SAGE.
- Prensky, M. (2001). *Digital Game-Based Learning*. London: McGraw-Hill.
- Robertson, M. (2008, September). The creation simulation. *Seedmagazine.com*. Retrieved from [http://seedmagazine.com/content/print/the\\_creation\\_simulation/](http://seedmagazine.com/content/print/the_creation_simulation/)
- Rogoff, B., Matusov, E., & White, C. (1996). Models of teaching and learning: Participation in a community of learners. In D. Olson & N. Torrance (Eds.), *Handbook of education and human developments: New models of learning, teaching and schooling*. London, UK: Basil Blackwell.
- Sandford, R.; Ulicsak, M.; Facer, K., & Rudd, T. Teaching with Games (2006). Using commercial off-the-shelf computer games in formal education. Bristol: Futurelab.
- Schrader, P., Deniz, H., & Keilty, J. (2012). Breaking SPORE: Aligning Video Game Affordances to Science Pedagogy. In P. Resta (Ed.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2012* (pp. 2618-2625). Chesapeake, VA: AACE.
- Sinatra, G.; Brem, S., & Evans, E. (2008). Changing minds? Implications of conceptual change for teaching and learning about biological evolution. *EvolEduc Outreach*, 1, 189-195. doi: 10.1007/s12052-008-0037-8
- Stake, R. (2006). *Multiple Case Study Analysis*. New York: Guildford.
- Steinkuehler, C. (2010). Video games and digital literacies. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, 54(1), 61-63. doi: 10.1598/JAAL.54.1.7
- Squire, K. (2011). *Video games and learning: Teaching and participatory culture in the digital age*. Cambridge, MA: Teachers College Press.
- Squire, K., & Jan, M. (2007) Mad city mystery: developing scientific argumentation skills with a place-based augmented reality game on handheld computer. *Journal of Science Education and Technology*, 16(1): 5-29. doi: 10.1007/s10956-006-9037-z
- Squire, K., & Jenkins. H. (2003). Harnessing the power of games in education. *Insight*, 3(1): 5-33.

## AGRADECIMIENTOS

Este artículo está enmarcado en el proyecto de investigación Videojuegos y aprendizaje situado: toma de conciencia de los procesos de formación de identidades en niños y adolescentes. Financiada por: UAH. Referencia: UAH2011/HUM-003

Con el fin de llegar a un mayor número de lectores, NAER ofrece traducciones al español de sus artículos originales en inglés. Sin embargo, **este artículo en español no es el artículo original sino únicamente su traducción**. Si quiere citar este artículo por favor consulte el artículo original en inglés y utilice la paginación del mismo en sus citas. Gracias.