

INTERCAMBIO DE ROLES: UNA PROPUESTA DIDÁCTICA CON UN VIDEOJUEGO PARA EL APRENDIZAJE DE LAS BASES MOLECULARES DE LOS CAMBIOS EVOLUTIVOS

SCALLY, CORINA ¹; ALONSO, MANUEL ²; GARÓFALO, SOFÍA J. ^{1, 2}

¹Centro de Capacitación Información e Investigación Educativa (CIIE), Región 6, Dirección de Formación Continua, DGCyE. Pcia de Buenos Aires, Argentina.

²Departamento de Ciencias Biológicas, Ciclo Básico Común, Universidad de Buenos Aires, Ramos Mejía 841, C1405CAE, Buenos Aires, Argentina
Correo electrónico: sjarofalo@gmail.com

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo consistió en repensar la enseñanza de los contenidos de evolución molecular y salud, mediante la utilización de un videojuego. A partir de la interacción docente-estudiantes, se conocieron los videojuegos que más atrapan a los alumnos. De este modo, se rescató el videojuego *Plague Inc: Evolved* dado que podría resultar apropiado para articular y abordar los contenidos mencionados. En *Plague Inc. Evolved*, el jugador es un agente patógeno que puede ser un virus, una bacteria, un prion, etc., que debe exterminar a la humanidad. El videojuego puede trabajarse con la modalidad 1:1, en grupos, y también fuera del aula. La implementación del mismo se enmarcó en el Modelo Didáctico de Enseñanza con Simulaciones, que consta de los siguientes momentos: a) presentación, b) exploración del programa y apropiación del vocabulario específico, c) articulación entre la simulación y el contenido disciplinar, d) correlación, e) metacognición, f) transferencia de contenidos. La propuesta ofrece, por un lado, aplicar las nuevas tecnologías para generar nuevos dispositivos didácticos. Por otra parte, resulta ideal para lograr un intercambio de roles; de esta forma, se generan situaciones de enseñanza compartida, y evaluaciones continuas que permiten ajustar constantemente los momentos de enseñanza y aprendizaje.

Palabras clave: videojuegos, evolución molecular, simulaciones, modelo didáctico.

INTRODUCCIÓN

La incorporación de TIC en secuencias didácticas abre instancias para que los estudiantes experimenten, analicen y reflexionen sobre diferentes formas de modelar, explicar y argumentar en ciencias (Talanquer, 2010). Sin embargo, investigaciones previas (Sabelli, 2011) muestran que la integración de estas tecnologías a la práctica docente está lejos de ser una realidad. Esto se debe a que para utilizar la computadora en la enseñanza, es necesario transformar el rol docente, desde la práctica tradicional —como trasmisor de información— a ser regulador de tal práctica, para contextualizarla y ponerla en relación con otros conocimientos. El modelo colaborativo de intercambio de roles en la enseñanza invita a los estudiantes a participar de los objetivos de su propio aprendizaje (Johnson *et al.* 1994). La baja motivación que presentan los alumnos, en general, para abordar temas relacionados con las ciencias es un punto de preocupación y problemática con la que se enfrentan los docentes de ciencias. Gutiérrez (2008) señala que esta situación se ve reflejada no sólo en los malos resultados de los exámenes PISA (Programa para la evaluación Internacional de estudiantes), sino también en las pruebas de estudiantes secundarios, y en el bajo número de postulantes en carreras científicas (terciarias y universitarias).

Puntualmente, entre los temas más problemáticos y difíciles de enseñar dentro del diseño curricular se encuentran los referidos a genética y evolución molecular —muy vinculados con salud y prevención—, debido principalmente al carácter abstracto que presentan (Garófalo, *et al.* 2013; Rotbain, *et al.*, 2006; Duncan, *et al.*, 2009). Esta característica hace a esta temática poco atractiva, no sólo para los alumnos, sino también, en ocasiones, para los docentes que ven frustrados sus intentos para lograr aprendizajes significativos. Sin embargo, y como contra parte, estas temáticas presentan una gran potencialidad motivadora dada la inserción en la vida cotidiana. Tal motivación se debe a que estos contenidos incluyen diversas patologías y, además, tratan técnicas de biología molecular para dilucidar casos forenses, producción de vacunas, etc., temas que despiertan la atención y el interés de los estudiantes.

Uso de videojuegos como recurso didáctico

Los estudiantes de escuela media del siglo XXI, en general, están alfabetizados en el uso de herramientas como los videojuegos, que les resultan sumamente motivadores ya desde niños, en el nivel inicial. Se estima que, en EEUU, un estudiante tipo de los últimos años de escuela secundaria juega aproximadamente 1,8 horas diarias con videojuegos (Prensky, 2010). Este dato sugiere a los educadores preguntarse *¿cómo se puede aprovechar algo de ese tiempo para que sea de utilidad a los objetivos educativos?*

La tradición docente tiende a utilizar clases expositivas y textos para presentar el contenido a enseñar, mediante el desarrollo de una secuencia ordenada y con una lógica que se considera la adecuada. Sin embargo, los estudiantes con los videojuegos se entusiasman con las imágenes, especialmente las animadas y se sienten atraídos porque ellos pueden decidir cómo y en qué orden resolver las tareas.

A partir de la interacción docente-estudiantes en el aula, se logró conocer los videojuegos que más atrapan a los estudiantes y más tiempo pasan jugando. De este modo, se rescató el videojuego *Plague Inc: Evolved* (Ndemic Creations, 2012), dado que podría resultar apropiado para articular y abordar los contenidos de evolución molecular y salud. El objetivo planteado en este trabajo fue repensar la enseñanza de los contenidos mencionados, con el fin de lograr un aprendizaje significativo en los alumnos.

El videojuego "Plague Inc: Evolved"

En Plague Inc. Evolved, el jugador es un agente patógeno que puede ser un virus, una bacteria, un prion, etc.; y el objetivo es exterminar a la humanidad. La pantalla es el mapa del mundo, y el participante debe seleccionar en qué país empieza la enfermedad (esto es estratégico también porque suministran información de la cantidad de habitantes por país).

Inicialmente se infectará a una persona (que será el paciente cero), pero la misión es conseguir contagiar a toda la población. Por su parte, la humanidad intentará defenderse, tal cual pasaría en la vida real. Cuando hay pocos afectados prácticamente los medios de comunicación no mencionan la enfermedad; por tanto, no hay alerta, y el agente infeccioso tiene ventaja para propagarse rápidamente. Cuando las noticias advierten acerca de la epidemia, los diferentes países empezarán a trabajar para encontrar una cura. Por consiguiente, el jugador debe exterminar a la humanidad antes de que la enfermedad se disemine, y ganarles a los científicos y a las medidas preventivas.

Existen varios modos de juego, y en cada uno tres niveles de dificultad. Por ejemplo, si se comienza con el modo de bacteria, y si se supera en nivel normal, se podrá jugar siendo un virus, un hongo, un parásito, un prion, un nano-virus. Cada uno de estos agentes infecciosos evoluciona, transmite y mata de forma diferente. Al comenzar se pueden seleccionar opciones de juego, que se irán desbloqueando a medida que se avance en el mismo. A continuación se describen algunos ejemplos de tales opciones:

1) Modificar el genoma del patógeno

El genoma del patógeno se puede modificar de forma tal que su metabolismo aumente la producción de ATP, que lo haga apto para sobrevivir en distintos ambientes de características extremas, que lo haga resistente a distintas curas, y que le permita llegar a regiones aisladas por agua como las islas.

2) Modificar la dificultad del juego

-Informal: Nadie se lava las manos. Los investigadores médicos no trabajan. Los enfermos dan abrazos.

-Normal (para estrategias genéticas experimentados): el 67,3% de la gente se lava las manos, los médicos trabajan 3 días por semana, los enfermos son ignorados.

-Brutal: lavado de manos compulsivo, los médicos nunca vuelven a sus hogares, los enfermos son encerrados en prisión.

-Mega Brutal: el material genético del patógeno no deja de evolucionar, los propios investigadores invierten en investigación, chequeos médicos aleatorios.

El jugador dispone de recursos: **transmisión, síntomas y habilidades**. En **transmisión** hay variedad de formas para propagar más fácilmente la enfermedad, a través de barco, avión, animales de todo tipo, aire, etc. Cada uno de estos afecta a los diferentes países del mundo de distinta forma. Por ejemplo, se puede crear transmisión por contacto de sangre, pero eso afectará más gravemente en países pobres que en ricos. Por otro lado, si se infectan los roedores, los países urbanizados sufrirán más. También se pueden elegir los **síntomas**, y según se invierta más (gasto de puntos obtenidos) en ellos se conseguirán efectos más graves, hasta provocar la muerte, pasando por insomnio, vómitos, paranoia, fallos respiratorios. Por último, se presentan las "habilidades" de la enfermedad seleccionada. Con este recurso se puede hacer que el patógeno sea resistente a climas fríos o calientes, aumentar su resistencia a los medicamentos, o modificar su estructura para que sea más difícil de encontrar su cura. Todas estas habilidades aumentarán mediante "puntos de ADN" que le irán dando al jugador según se infecten y mueran más personas. El realismo del juego reside en los cientos de parámetros distintos que afectan cada país, y la progresión de la infección.

Desarrollo de la Situación de Enseñanza

Esta propuesta innovadora de enseñanza se desarrolló en el curso de “*Planificación de Secuencias didácticas para la enseñanza de la Biología*”, uno de los Cursos de Capacitación dictado en el Centro de Información e Investigación Educativa, en el marco del Programa de Formación Continua de la Dirección General de Cultura y Educación de la Región 6 de la Provincia de Buenos Aires. Los docentes participantes del curso recibieron la consigna de desarrollar una situación de enseñanza para estudiantes de la escuela donde dan clases, empleando algún recurso tecnológico. Estratégicamente, una docente, en vez de seleccionar algún simulador, programa o video ya diseñado para la enseñanza de contenidos de Biología, decidió interactuar con los estudiantes y buscar la forma de motivarlos sin imponer el recurso. Por tal motivo, se decidió desarrollar una propuesta didáctica utilizando el videojuego *Plague Inc: Evolved* con el cual los alumnos ya estaban jugando.

Estrategia didáctica para desarrollar la situación de enseñanza en el aula con el videojuego *Plague Inc. Evolved* mediante el MDES

Se tuvo presente que el videojuego *Plague Inc. Evolved* puede trabajarse con la modalidad 1:1, en grupos, y también fuera del aula, dado el entusiasmo de los estudiantes para reunirse a jugar. Con el acompañamiento del docente capacitador el videojuego se enmarcó en el Modelo Didáctico de Enseñanza con Simulaciones (MDES) (Garófalo *et al.* 2015).

La docente, antes de utilizar el videojuego, enseñó a los estudiantes los conceptos principales del tema evolución molecular. Los contenidos previos necesarios fueron: la estructura del ADN, el concepto de mutación, composición de virus y bacterias, y características de los seres vivos. Como instancia de inicio se plantea estratégicamente un caso de epidemiología (Tabla 1). Para el desarrollo del caso y posterior implementación, se tuvo en cuenta la propuesta de Sánchez Moreno (2008). En cambio, para la implementación del videojuego, se utilizó el MDES. Por consiguiente, en primer lugar se propuso dar vía libre al momento lúdico con el videojuego, para luego retomar la explicación de los contenidos de biología.

<p>Gabriel es misionero y viajó a Kenia y Etiopía a realizar tareas comunitarias. En su viaje convivió con aldeanos y colaboró en un hospital de campaña, realizando tareas de limpieza y cuidado de enfermos. Un día antes de regresar, se sentía con mucho dolor de cabeza y de estómago. Tomó un analgésico y percibió que se sintió un poco mejor. Regresó a su país, y al llegar se fue del aeropuerto en una combi hasta el centro, tomó el subterráneo y se alojó en su casa de familia para ayudar con los preparativos del casamiento de su hermana. Por ello, fue al "shopping" de compras. Sin embargo, seguía sintiéndose mal. Entonces, para estar mejor, decidió tomar un antibiótico, porque había comenzado a tener fiebre. Como tenía compromisos con sus amigos, los fue a visitar. Cuando llegó lo sorprendieron con una fiesta de bienvenida. Eran más de 20 personas. Al día siguiente fue la boda de su hermana con casi trescientas personas y él ya estaba muy mal. Comenzó a tener vómitos y se asustó cuando vio que eran sanguinolentos. Preocupado, fue al hospital y cuando contó donde había viajado, mediante un análisis detectaron que estaba infectado con el virus del Ébola. Lo pusieron en aislamiento pero ya era muy tarde. Gabriel falleció al día siguiente.</p>

Tabla 1. Caso disparador, momento de inicio de clase

En situaciones de enseñanza en las que se trabaja en el aula con simulaciones o programas desconocidos por los estudiantes el MDES tiene los siguientes momentos didácticos: a) presentación, b) exploración del programa y apropiación del vocabulario específico, c) articulación entre la simulación y el contenido disciplinar, d) momento de correlación, e)

momento de metacognición, f) momento de transferencia de contenidos. En este caso, se consideró que, el primer y segundo momento se desarrollan en simultáneo ya que los estudiantes manejan el juego, de manera que los momentos didácticos se resumieron a:

Presentación y exploración del videojuego: Para los estudiantes esta instancia no fue necesaria porque son ellos los que proponen el juego. En cambio pasó a ser importante para la docente, que debía estar también informada del juego, sus objetivos y características. Aquí, los estudiantes llevan ventaja y, por consiguiente se genera un cambio de roles: los estudiantes explican entusiasmados a la docente cómo se juega. Se construye así un intercambio de saberes que motiva aún más al alumnado.

Articulación entre la simulación y el contenido disciplinar. Luego de la instancia lúdica, la docente propone actividades de vinculación entre el videojuego y el contenido disciplinar (Tabla 2). En este tipo de actividades, los estudiantes se enfrentan con el desafío de transferir y relacionar los conocimientos específicos de la disciplina a nuevas situaciones planteadas mediante la utilización del recurso tecnológico. Queda a criterio del docente sugerir alguna búsqueda de información para ampliar el tema; por ejemplo, en este caso contenidos relacionados con vacunas, sistema inmunológico, medidas sanitarias, etc. Esta búsqueda se orienta de acuerdo al grado de profundidad y alcance que se pretenda abordar. El cierre de este momento de articulación se realiza a través de una puesta en común. Esta instancia lleva a un espacio enriquecedor de intercambio, propicio para la argumentación y para la construcción de conocimiento, dado que lo que algún estudiante hace explícito sirve de disparador de nuevas ideas o conflictos para otros estudiantes.

- 1-¿Qué estrategias encontraste para ganar el juego?
- 2-¿Te parece posible este escenario en la vida real?
- 3-¿Cómo adquieren "habilidades" los patógenos reales?
- 4-¿Cuáles son las estrategias que aplicarías si el objetivo del juego sería matar el patógeno y no a los humanos?
- 5- ¿Qué medidas aplicarías para evitar los contagios?

Tabla 2. Actividades de vinculación entre el videojuego y el contenido disciplinar

Momento de correlación. El docente elabora una Tabla de Correlación (TC, **Anexo 1**, al final del trabajo). Para ello, propone un listado de los componentes del videojuego (íconos, ventanas, escenarios, fuentes de datos, etc.) y acciones clave. Asimismo solicita a los estudiantes que relacionen tales componentes del videojuego con los conceptos y procesos científicos correspondientes previamente enseñados. Estos últimos serán los conceptos “sostén” para un aprendizaje significativo y sustentable (Galagovsky, 2004). En este momento didáctico, los estudiantes trabajan con la TC, y comparan los significados de la información científica con los significados de la información analógica provista en el videojuego.

Momento de metacognición. Esta instancia prevé una toma de conciencia del estudiante sobre las relaciones que hizo explícitas en la TC, las limitaciones y simplificaciones del videojuego que no representan el proceso biológico —teniendo en cuenta su carácter analógico— y los rangos de validez conceptual y operacional de la correlación efectuada. Por ejemplo:

- Sólo toma en cuenta mutaciones beneficiosas. No quita “puntos de ADN” para mutaciones neutras o perjudiciales.
- No se observan infecciones individuales, ni su progreso en cada organismo humano.

-No encuentra (por lo menos en las primeras etapas) individuos inmunes, o con sistemas inmunes capaces de defenderse de la infección.

-Los escenarios de infección son demasiado extremos, y cumplen con territorios “ideales” para el desarrollo de las infecciones.

Momento de transferencia de contenidos. En esta etapa, el docente retoma el caso planteado al inicio (Tabla 1), intentando generar una instancia en la que el estudiante tenga la oportunidad de transferir los conocimientos adquiridos a nuevas situaciones, enfrentando otro tipo de desafío, más realista que el vivenciado en el videojuego. Para esta instancia se desarrollaron una serie de preguntas asociadas a la historia planteada (Tabla 3).

Es importante destacar que las estrategias cognitivas de resolución del videojuego pueden llegar a ser muy diversas entre los estudiantes —e incluso, entre los docentes—, pero, justamente, estas diferencias enriquecen la calidad de la propuesta educativa.

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none">1) ¿Cuál es el problema que presenta la historia de Gabriel?2) ¿Considerás correcto el procedimiento de Gabriel?3) ¿Cuáles son los momentos en que pueden haberse realizado posibles contagios?4) ¿Podría haberse evitado el problema?5) ¿Qué medidas podrían haberse tomado para evitar posibles vías de contagio?6) ¿Qué medidas deben tomarse después de conocer el diagnóstico?7) Buscar información acerca del virus del Ébola en cuanto a:<ul style="list-style-type: none">-Tipo de microorganismo-Forma de propagación-Período de contagio. Medidas que se adoptaron durante la epidemia.- Donde se investiga en nuestro país este virus- ¿Por qué no hay una vacuna? |
|---|

Tabla 3. Preguntas para retomar el caso

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El uso de videojuegos para la enseñanza podría ser una manera de favorecer formatos de aprendizajes apropiados para los estudiantes pertenecientes a la generación digital (Rideout *et al.*, 2010; Dede, 2009, citado por National Research Council, 2011). Es importante aceptar que existen dificultades considerables para seguir sosteniendo los esquemas de enseñanza en los que los docentes explican desde su saber y los estudiantes pasivos aceptan y repiten tales discursos. Esta propuesta, dado que se trata de un videojuego, ofrece un formato didáctico con numerosas posibilidades educativas (Pindado, 2005); no obstante presenta varios desafíos para el docente. Por un lado, apropiarse de las nuevas tecnologías para generar nuevos dispositivos didácticos, en los que no han sido entrenados. Esta tarea es casi autodidacta, donde se pone en juego la creatividad, la capacidad de aprender nuevos contenidos, y realizar consecuentemente un análisis metacognitivo para la gestación de una innovación didáctica (Coll, *et al.*, 2007; Picitelli, 2009). Por otra parte, la implementación de videojuegos en el aula, constituye otro importante desafío dado que es una oportunidad ideal para lograr un intercambio de roles (Johnson, *et al.*, 1994). De esta forma, se generan situaciones de enseñanza compartida y evaluaciones continuas que permiten ajustar constantemente los momentos de enseñanza y aprendizaje. Finalmente, se considera que esta propuesta puede ser abordada también mediante la constitución de equipos multidisciplinares de docentes, que posibiliten la emergencia de nuevas estrategias desde distintos campos del conocimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Coll, C., Onrubia J., Mauri, T. (2007). Tecnología y prácticas pedagógicas: las TIC como instrumentos de mediación de la actividad conjunta de profesores y estudiantes. *Anuario de Psicología*, 38 (3), 377-400. Facultad de Psicología Universidad de Barcelona.
- Duncan, R.G., Rogat, A.D., y Yarder, A. (2009). A learning progression for deepening students' understandings of modern genetics across the 5th-10th grades. *Journal of Research in Science Teaching*, 46 (6), 655-674.
- Galagovsky, L (2004). Del Aprendizaje Significativo al Aprendizaje Sustentable. Parte 1: el modelo teórico. *Enseñanza de las Ciencias*, 22 (2) 230-240.
- Garófalo, S. J., Chemes, L. Alonso, M. (2015). Propuesta de un modelo didáctico para la enseñanza con simulaciones. Manuscrito enviado para su publicación.
- Garófalo S. J.; Steven, S.; Alonso, M. (2013). Enseñanza de Evolución Molecular en Estudiantes de Profesorado con una Secuencia Didáctica mediada por TIC: Persistencia de Obstáculos en el Aprendizaje. En *Actas del Tercer Congreso Internacional de Educación en Ciencia y Tecnología, Quinto Congreso de Educación en Ciencia y Tecnología, Avances en Educación en Ciencia y Tecnología. Enfoques y Estrategias*, San Fernando del Valle de Catamarca: Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Catamarca, 03-07 de junio. ISBN 978-950-746-218-4.
- Gutiérrez, A. (2008). La evaluación de las competencias científicas en PISA: perfiles en los estudiantes iberoamericanos. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*. 57, 23-31.
- Johnson D., Johnson R, Johnson E (1994). The nuts and bolts of cooperative learning. Minnesota: Interaction Book Company.
- National Research Council (2011). *Learning science through computer games and simulations*, Honey M. A., Hilton, M.. Washington (DC): The National Academies Press. Disponible en <http://www.nap.edu/catalog/13078/learning-science-through-computer-games-and-simulations>. Consultado el 30/08/2015.
- Ndemic Creations (2012). *Plague Inc: Evolved*. Londres. Disponible en <http://www.ndemiccreations.com/en/> Consultado el 12/08/2015.
- Oppenheim, J. E. (1984). *Kids and Play*, capítulo 1. Ballantine Books, UK.
- Picitelli, A. (2009). *Nativos Digitales. Dieta Cognitiva, Inteligencia Colectiva Y Arquitecturas De La Participación*. Buenos Aires: Santillana.
- Pindado, J. (2005). Las posibilidades educativas de los videojuegos. Una revisión de los estudios más significativos. *Pixel-Bit: Revista de medios y educación*, 26, 55-67. Disponible en <http://www.sav.us.es/pixelbit/pixelbit/articulos/n26/n26art/art2605.htm>. Consultado el 26/08/2015.
- Prensky, M. (2010). *"Teaching digital natives: Partnering for Real Learning"* Ed. Corwin.
- Rideout VG, Foehr UG, Roberts DF (2010) Generation M²: Media in the lives of 8- to 18-year-olds. Menlo Park, CA: Kaiser Family Foundation.
En:<http://www.kff.org/entmedia/upload/8010.pdf>. Consultado el 30/08/2015

Rotbain, Y., Marbach-Ad, G., Stavy, R. (2006). Effect of bead and illustrations models on High School students' achievement in Molecular Genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 43 (5), 500-529.

Sabelli, N. (2011). No sirve que en las escuelas haya clases de computación. *Diálogos. Página 12 Edición digital* lunes 31 enero 2011.

Sánchez Moreno, M. (2008). Cómo enseñar en las aulas universitarias a través del estudio de casos. Instituto de Ciencias de la Educación. Zaragoza: Universidad de Zaragoza. Colección "Documentos". ISBN: 978-7791-232-3

Talanquer V. (2010). Pensamiento intuitivo en Química: suposiciones implícitas y reglas heurísticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(2), 165-174. ICE: Barcelona.

ANEXO 1

TABLA DE CORRELACIÓN (la tabla queda abierta a nuevas propuestas originadas con el devenir del desarrollo del juego)	
Conceptos utilizados en el Juego Plague- Inc. en situación analógica	Conceptos Científicos
Ventana del programa	Mapa: progreso de la infección y contagios
Puntos de ADN	Mutaciones en la cadena de ADN (en este caso mutaciones beneficiosas). Patógenos mejor adaptados.
Microorganismos que infectan al paciente cero	Individuos fundadores ancestrales. Comienzo del juego.
Puntos rojos	Focos de infección (cepas bacterianas, virales, etc. del agente patógeno)
Síntomas	Reacción del individuo infectado
Alternativas de países para infectar	Diversas condiciones que podrían generar presión de selección para el patógeno
Habilidades	Mutaciones favorables. Diversas variantes de patógenos.
Dificultades que aparecen en el juego, por ejemplo: informal, normal, brutal etc.	Actividades humanas de prevención, y de los científicos en busca de una cura y de la regulación de las velocidades de propagación.
Diferentes opciones de transmisión de la infección, sangre, aérea, acuática	Diversas vías de contagio que afectan la velocidad de propagación