

¡Los nanobots invaden la clase de biología!

The nanobots encroach the biology class!

Maricel Occelli, Nora Valeiras, Pedro A. Willging

Resumen

Los videojuegos educativos constituyen recursos poderosos para abordar temáticas complejas ya que recrean situaciones de fenómenos naturales en escenarios lúdicos. Así, los estudiantes manipulan diferentes variables del sistema representado para cumplir con el desafío o misión propuesta en un contexto en el que prima la diversión, con lo cual se estimula la motivación de los estudiantes. En este trabajo presentamos una propuesta didáctica para utilizar el videojuego educativo Kokori para la temática de metabolismo celular.

Palabras clave: TIC, videojuego, Kokori, célula, división celular, metabolismo celular.

Abstract

Serious games are powerful resources to approach complex topics because they reproduce situations of natural phenomena in playful settings. Thus, students manipulate different variables of the system to meet the given challenge or mission in an entertaining environment; hence encouraging students' motivation. In this work we present a didactic proposal to use the serious game Kokori for cell metabolism.

Keywords: ICT, serious game, Kokori, cell, cell division, cell metabolism.

Una característica que posiciona a los videojuegos como recursos educativos interesantes es que pueden promover el empoderamiento de los estudiantes debido al menos a cinco razones: 1) permiten el desarrollo de diferentes estrategias según los estilos de aprendizaje de cada uno; 2) posicionan al jugador en un rol y cuando éste se involucra en dicho rol pasa a tener un compromiso con la tarea; promueven el co-diseño, es decir que el jugador no “consume” algo prediseñado sino que tiene un papel activo y debe “hacer” o provocar que pasen

determinadas acciones si quiere cumplir con su meta (Gee, 2007); 3) en estos entornos, tener conocimiento significa “tener un mejor rendimiento” y por lo tanto “saber” pasa a ser necesario para resolver las situaciones problemáticas que plantea el juego (Squire, 2006); 4) promueven la motivación, a través de la diversión y la competencia, ya que todo partido se juega para ganar o lograr un objetivo, de manera que la motivación es ganar ante el desafío planteado (Mitchell y Savill-Smith, 2004); 5) favorecen el trabajo colaborativo, ya sea jugando de manera grupal, compartiendo con compañeros las estrategias utilizadas para resolver el desafío del juego o intercambiando ideas luego de cada “partido” (Gros, 2008)

A partir de lo expuesto, los videojuegos se presentan como recursos que potencialmente pueden actuar como facilitadores del aprendizaje y en particular, considerando que muchos videojuegos consisten en animaciones interactivas presentan un gran atractivo para temáticas de naturaleza dinámica y abstracta (O’Day, 2008). En el ámbito de la biología, los procesos metabólicos de las células conforman un cuerpo de conocimiento complejo y a partir del cual resulta difícil el desarrollo de experiencias de laboratorio directas que pudieran ayudar a los estudiantes a su comprensión.

Por otra parte, Reigosa (2003) indica que los estudiantes experimentan grandes dificultades en el aprendizaje del metabolismo celular ya que éste requiere la comprensión de procesos de intercambio gaseoso, transferencias energéticas y algunas nociones de acoplamiento químico (Flores *et al.*, 2003; Charrier Melillán *et al.*, 2006; Treagust y Tsui, 2013). Estas dificultades que se presentan para la temática del metabolismo celular ha motivado al desarrollo de diversas estrategias de enseñanza. En este artículo, considerando las ventajas de los videojuegos, presentamos un diseño didáctico para enseñar el metabolismo celular a través del uso de un videojuego educativo.

Jugar con el metabolismo celular

Proponemos trabajar con el videojuego Kokori¹, el cual es una animación educativa 3D que se desenvuelve en tiempo real. La distribución de este juego es gratuita y fue creado en 2009 por un grupo de investigadores del Centro Tekit, su interfaz está en español y se encuentra disponible también una versión en inglés. Para jugar, no es necesario estar conectados a través de Internet, solo se requiere conexión para su descarga e instalación en el ordenador.

Kokori presenta dos escenarios, uno de ellos es un “navegador de célula”, el cual permite a través de una estructura dinámica en 3D visitar a una célula eucariota animal y sus organelas. A su vez, también se puede observar cómo ingresan a una célula “invasores” (microorganismos) y los procesos de fagocitosis implicados (Figura 1).

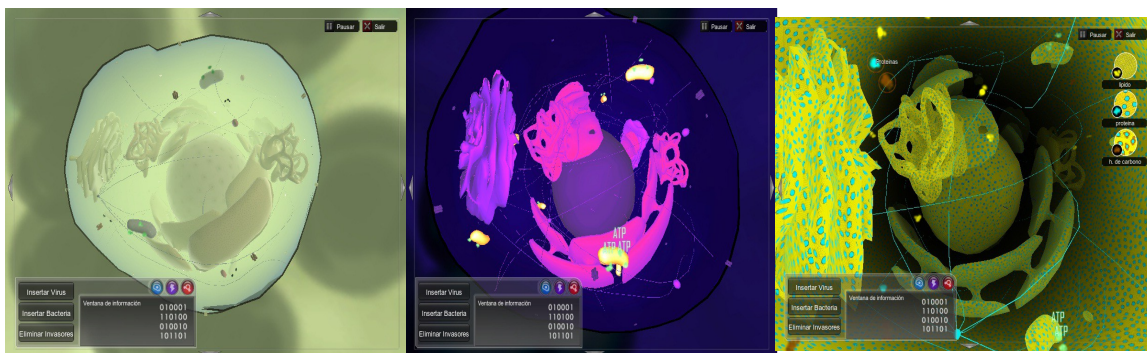


Figura 1: Detalle de tres pantallas del videojuego kokori (www.kokori.cl) según el visor utilizado. a) Visor de estructuras, b) Visor de energía (resulta los sitios de producción de energía en la célula), c) Visor de macromoléculas.

El segundo escenario es un videojuego ambientado con una historia de ficción que tiene lugar en un laboratorio de nanotecnología en la isla de Pascua (Chile). El personaje principal es el investigador Mirco Farías quien invita al jugador a ser un “nano operador” con siete misiones a cumplir (Figura 2).

1 Kokori significa “juego colectivo” en rapanui que es la lengua originaria de la isla de Pascua (Chile). www.kokori.cl de la Universidad Santo Tomás Chile (enlace a video: http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=yvoAmd70xVI).



Figura 2: Detalle de tres pantallas del videojuego. a) Pantalla del videojuego en la misión 2, b) Porción de la consigna de la misión 3, c) Porción de la consigna de la misión 6.

A través de la resolución de cada misión se aproxima a los estudiantes a contenidos específicos de los procesos celulares. Para cada misión el propio desarrollo cuenta con recursos complementarios como historietas o dibujos animados que presentan la situación a resolver. A su vez, los desarrolladores del juego también ofrecen un manual para el profesor con posibles actividades para el aula y destacan la necesidad de que el docente actúe como facilitador para ayudar a los estudiantes a identificar los aspectos ficcionales que incluye el juego y que se distancian del conocimiento científico.

Al analizar cada una de las misiones propuestas por el juego se pueden identificar diversos contenidos de biología celular que podrían trabajarse al integrar a este recurso en el aula como se sintetiza en la Tabla 1.

Tabla 1: Misiones del juego y conceptos de biología celular

Misión	Conceptos
1) "Nano operadores: Entrenamiento inicial" El jugador debe rescatar nano robots averiados del interior celular.	Estructura de la célula eucariota. Organelas (forma, relaciones de tamaño). Función de los lisosomas
2) "Falta energía en la célula, mitocondrias en problemas" El jugador debe utilizar nano robots para transportar glucosa hasta las mitocondrias.	Mitocondrias Respiración celular aeróbica, ATP (Adenosin Tri Fosfato). Transporte de membrana. Función de los lisosomas
3) "¡S.O.S., célula en peligro, bacterias"	Célula procariota

invasoras!” El jugador debe utilizar algunos nano robots para recolectar ATP y otros para eliminar a las bacterias invasoras.	Endocitosis Función de mitocondrias y lisosomas Antibióticos
4) Organelas dañadas. El jugador debe utilizar nano robots para transportar macromoléculas hacia las porciones del retículo endoplasmático rugoso que se encuentran dañadas.	Síntesis de proteínas Retículo endoplasmático rugoso Macromoléculas
5) ¡Hay que salvar a la célula de una infección viral! El jugador debe utilizar algunos nano robots para recolectar ATP y otros para eliminar partículas virales invasoras.	Virus Función de mitocondrias y lisosomas Estructura nuclear ADN Síntesis de proteínas
6) Alcohol en la célula. El jugador debe utilizar nano robots para transportar macromoléculas hacia las porciones del retículo endoplasmático liso que se encuentran dañadas.	Retículo endoplasmático liso Macromoléculas Función de los lisosomas
7) Virus, bacterias, de todo un poco. ¡Para jugadores profesionales! El jugador integrando las habilidades adquiridas en cada misión debe limpiar una muestra que tiene bacterias y partículas virales invasoras y tiene problemas de energía y organelas dañadas.	Mitocondrias Respiración celular aeróbica, ATP Transporte de membrana Macromoléculas Estructura nuclear Célula procariota Entocitosis Virus ADN Función de los lisosomas

Una propuesta para el aula de secundaria

Una manera de introducir las misiones del juego en el desarrollo de los conceptos de biología celular puede ser a través de la resolución de problemas. En particular proponemos trabajar con el siguiente problema modificado de Jara et al. (2012) el cual permite contextualizar algunos procesos del metabolismo celular en una situación de la vida cotidiana:

Martín estuvo trabajando en su jardín y unas horas más tarde sintió un ardor en su mano derecha y observó que tenía una mancha roja. Es probable que una araña lo haya picado, ya que en los jardín son comunes las “arañas lobo” (*Lycosaraptoria*) las cuales tienen un veneno que afecta los tejidos circundantes a la picadura produciendo necrosis celular. ¿Cómo le explicarías a Martín qué es lo que le está sucediendo a nivel celular? ¿Qué

procesos ocurrirán en las células para reconstituirse? ¿Qué sustancias resultan necesarias?

Para dar una respuesta a este problema se propone jugar con el videojuego Kokori, y en particular con las Misiones 2, 4 y 6. A continuación presentamos algunas actividades de reflexión sugeridas para ser resueltas luego de cumplir cada misión del juego.

Misión 2: “Falta energía en la célula, mitocondrias en problemas”

“Esta célula no está produciendo suficiente energía para mantenerse con vida. Si no logras restablecer los niveles de energía (ATP), la célula pronto morirá. Los organelos encargados de producir energía son las mitocondrias. Con el visor de energía puedes identificar a las mitocondrias que no están funcionando. Utilizando tus N-recolectores, lleva suficiente glucosa desde la membrana plasmática hasta las cercanías de las mitocondrias defectuosos para restableces completamente su nivel energético. “



Figura 3: Detalle del videojuego en la misión 2

Luego de jugar con esta misión es posible reflexionar acerca de la función de la mitocondria y el proceso de respiración celular, y para ello se proponen los siguientes interrogantes:

- ¿Dónde está la glucosa al comenzar la misión? (observa el visor de comando)
- ¿Qué proceso ocurre en las mitocondrias y qué se obtiene como resultado?
- ¿Qué otra molécula (que no está en el juego) es imprescindible para la actividad de las mitocondrias?

Misión 4 “Organelas dañadas”

“Tenemos problemas con la muestra 4. El nivel de síntesis de proteínas está cayendo. Buscamos a partir de este hecho y observamos que el retículo endoplasmático rugoso (RER) presenta serios daños. Para una situación como ésta, hemos creado nanobots constructores (N-constructores) capaces de utilizar las macromoléculas de la célula para reparar sus estructuras. Debes llevar N-constructores al área dañada y transportar con los N-recolectores todos los componentes que necesitan para reparar el daño. Ayudate utilizando el visor de macromoléculas que acabamos de implementar para saber qué macromoléculas son necesarias.”

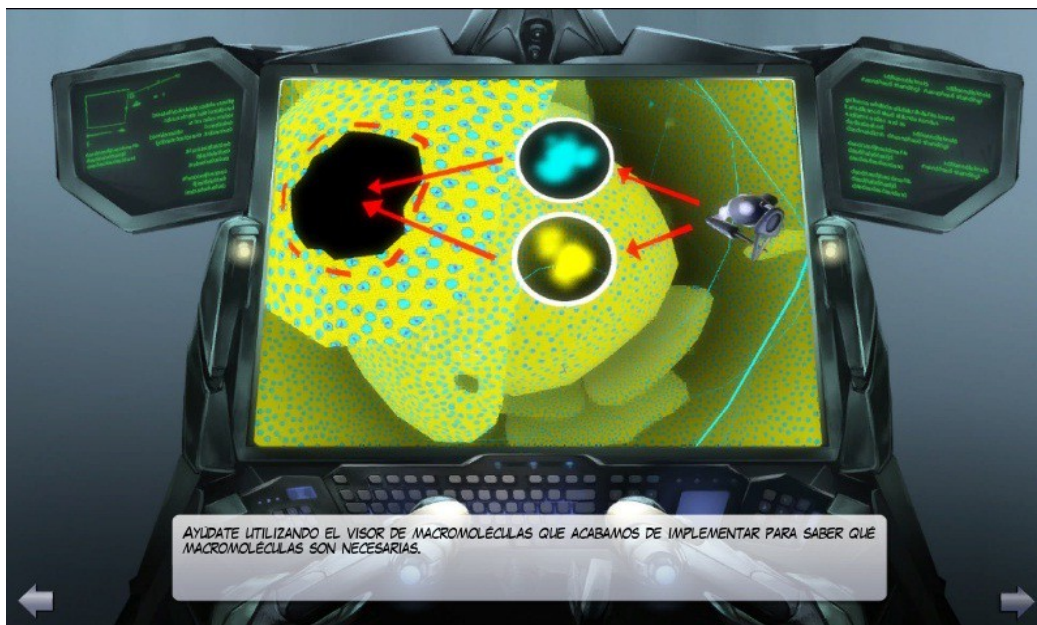


Figura 4: Detalle del videojuego en la misión 4

Después de esta misión es posible trabajar la función de las macromoléculas a partir de las siguientes preguntas:

- ¿Qué macromoléculas son necesarias para la reconstrucción de estructuras celulares?
- ¿Qué organelas participan en este proceso de reconstrucción?
- ¿Requiere energía la célula para este proceso? ¿Cómo la obtiene?

Misión 6 “Alcohol en la célula”

“La muestra 6 está rodeada de alcohol, que es tóxico para las células. El retículo endoplasmático liso (REL) se encarga de eliminar toxinas dentro de la célula, pero este organelo se encuentra dañado en esta muestra, deberás reparar rápidamente el REL, antes que el alcohol mate la célula. Utiliza tus N-Constructores y llévalas las macromoléculas necesarias para que trabajen. Y te advierto: ¡Esta célula tiene muchos lisosomas! No dejes que digieran a tus nanobots.”

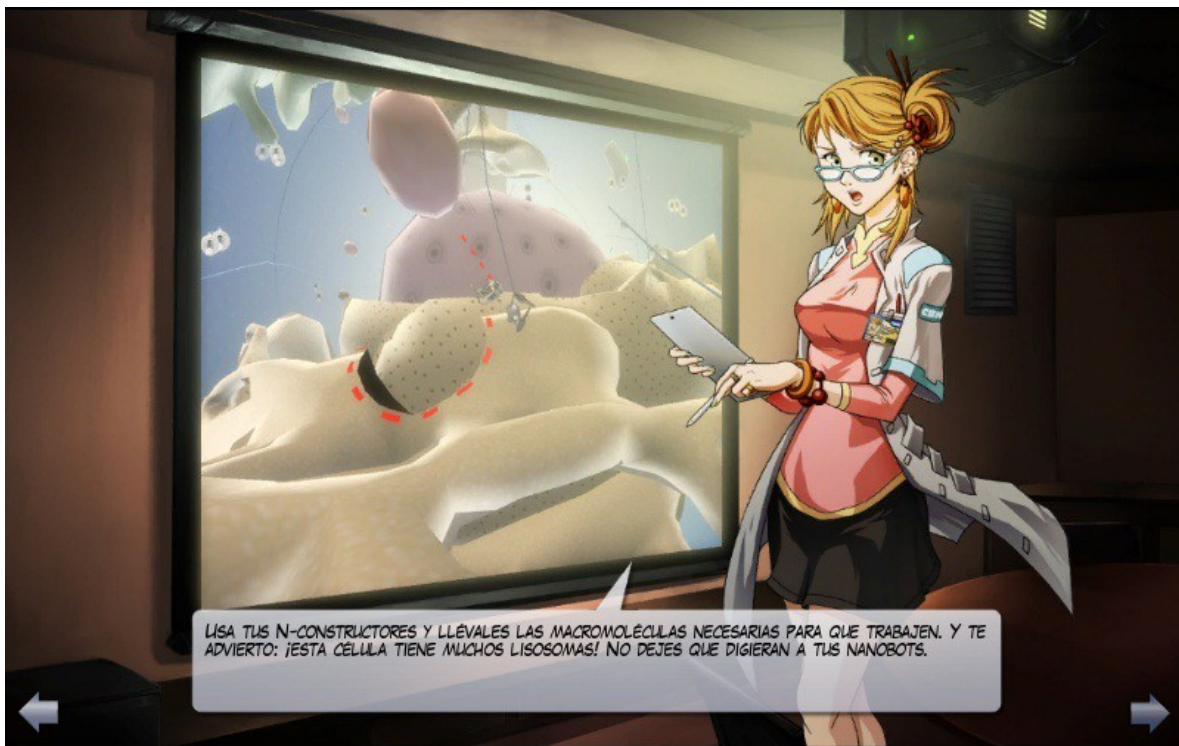


Figura 5: Detalle del videojuego en la misión 6

Esta misión permite reconocer la función del retículo endoplasmático liso ante el ingreso de una sustancia tóxica (que en este caso el juego lo plantea como “contaminación de alcohol”). Por lo tanto, resulta posible conectar este efecto de

toxicidad con el que podría ocurrir ante el ingreso del veneno de una araña. Por lo tanto, luego de esta misión proponemos la siguiente reflexión:

- El efecto del veneno de la araña puede compararse a alguna sustancia simulada en el juego ¿por qué?
- En función de lo trabajado y retomando el problema inicial, cómo le explicarías a Martín qué le sucedió a nivel celular, qué procesos ocurrirán en las células para reconstituirse y qué sustancias resultarían necesarias para ello.

Aportes desde la práctica

Esta propuesta didáctica fue desarrollada con estudiantes de una escuela secundaria de Córdoba (Argentina) en el contexto de la asignatura de Biología para 4° año (16 años de edad).

A partir de ella, resulta importante destacar que los estudiantes se comprometieron con el rol propuesto en el juego, de tal forma que su objetivo era ganar cada misión. De hecho, aunque el juego permite pasar a otra misión sin haber ganado la anterior, los estudiantes no abandonaban la partida sino que buscaban ganarla para recién pasar a la siguiente. Por lo tanto, tal como plantean Mitchell y Savill-Smith (2004) y Gee (2007) el juego motivó a los estudiantes a través de la competencia y la diversión como se observa en la Figura 6.



Figura 6: Alumnas jugando la misión 4.

Asimismo, el juego además de entretener a los estudiantes cumplió con el objetivo de aprendizaje propuesto. En particular, observamos que las actividades presentadas permitieron reflexionar acerca de los conceptos del metabolismo celular que se ponen en juego en cada misión. Así por ejemplo, a través de la misión 2, los estudiantes reconocieron que para cualquier actividad metabólica se requiere energía y que ésta se obtiene a través de la respiración celular; en la misión 4 identificaron las macromoléculas necesarias para las estructuras celulares y en la misión 6 distinguieron los efectos de una sustancia nociva en el metabolismo celular. Por lo tanto, luego de jugar todas las misiones los estudiantes fueron capaces de explicar de manera integral los procesos de necrosis celular y las reacciones de reparación.

Por último, al finalizar la experiencia se solicitó a los estudiantes que completaran una encuesta de opinión y metacognición. A partir del análisis de estos resultados, encontramos que en general todos indicaron que la propuesta les permitió aprender nuevos conceptos y reconocieron el valor de aprender jugando. Algunas frases que dan cuenta de ello son:

“Aprendí cómo hace la célula para fabricar energía”

“Aprendí cómo se obtiene energía en la célula y a partir de qué, [es decir que] se necesita glucosa en las mitocondrias para generar ATP”

“Me divertí mucho y me pareció una forma didáctica, nueva y buena para aprender”

“Me pareció interesante esta clase porque es diferente a las que siempre tenemos y al ser más didáctica nos entretenemos y prestamos más atención”

Reflexiones finales

En este trabajo presentamos una propuesta didáctica para el abordaje del metabolismo celular a través del uso de un videojuego educativo, y su práctica con un grupo de estudiantes de escuela secundaria. A partir de ello, encontramos que el formato de videojuego, además de resultar recreativo, compromete a los estudiantes con una misión específica la cual conecta al conocimiento biológico con una situación concreta a resolver y de esta manera el conocimiento pasa a ser

necesario para el estudiante. Por otra parte, el desafío del juego posiciona a los estudiantes en un rol activo, es decir como productores de conocimiento. Por lo tanto, la propuesta de trabajar con un videojuego educativo constituye una manera de posicionar a las TIC como una herramienta mediadora del aprendizaje.

Bibliografía

- Charrier Melillán, M.; Cañal, P.; Vega, R.M. (2006): «Las concepciones de los estudiantes sobre la fotosíntesis y la respiración: Una revisión sobre la investigación didáctica en el campo de la enseñanza y el aprendizaje de la nutrición de las plantas». *Enseñanza de las Ciencias*, núm. 24 (3), pp. 401-410
- Flores, F.; Tovar, M.E.; Gallegos, L. (2003): «Representation of the cell and its processes in high school students: An integrated view». *International Journal of Science Education*, núm. 25 (2), pp. 269-286
- Gee, J.P. (eds.) (2007): *Good video games + Good Learning: collected essays on video games, learning and literacy*. New York. Peter Lang Publishing.
- Gros, B. (eds.) (2008): *Videojuegos y aprendizaje*. Barcelona. Grao.
- Jara, N.; Rubio, N.; Camacho González, J. (2012): «Unidad didáctica sobre la estructura de la célula eucarionte animal, desde el modelo cognitivo de ciencia». *Revista de Educación en Biología*, núm. 15 (1), pp.43-52
- Mitchell, A.; Savill-Smith, C. (2004): *The use of computer and video games for learning: A review of the literature*. London. LSDA. En: <http://dera.ioe.ac.uk/5270/1/041529.pdf>
- O'Day, D. (2008): «Using Animations To Teach Biology: Past & Future Research on the Attributes that Underlie Pedagogically Sound Animations». *The American Biology Teacher*, núm. 70 (5), 274-278
- Reigosa, M.A. (2003): «El metabolismo celular como contenido básico en la enseñanza de la Biología. Un modelo didáctico para superar dificultades». *Revista de Educación en Biología*, núm. 6 (1), 48-52.
- Squire, K.D. (2006): «From content to context: Videogames as designed experiences». *Educational researcher*, núm. 35 (8), 19-29.
- Treagust, D.F.; Tsui, C-Y. (eds.) (2013): *Multiple Representations in Biological Education*. Nueva York. Springer.