

Diseño de un juego digital para aprendizaje del proceso de la síntesis de proteínas en estudiantes de educación Básica Secundaria

Cristian Camilo Castañeda Quiceno

Institución Universitaria ITM,
cristiancastaneda326266@correo.itm.edu.co,
cristian.ciencias2017@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-1460-9739>

Alberto Alejandro Piedrahita Ospina

Institución Universitaria ITM,
albertopiedrahita@itm.edu.co
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6147-4336>

Resumen

El presente trabajo propone aprovechar los beneficios que han tenido las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en este siglo y fomentarlo en la escuela, enfocándose específicamente en el desarrollo e implementación de un juego digital con referencia a la síntesis de proteínas. El aprendizaje basado en juegos digitales (Prensky, 2001) permite mejorar las competencias en ciencias naturales, por medio de la motivación, el autoaprendizaje del estudiante y el trabajo en equipo. El propósito de esta investigación es analizar la incidencia de un juego digital de síntesis de proteínas en el desarrollo de competencias de ciencias naturales de los estudiantes del grado octavo del Colegio Tercer Milenio ubicado en Caldas, Antioquia.

Palabras clave: Enseñanza de la Ciencia, Síntesis de proteínas, Aprendizaje basado en juegos digitales.

Design of a digital game for learning of the process of protein synthesis in students of Basic Secondary Education

Abstract The actual investigation proposes to take advantage of the benefits that Information and Communication Technologies (ICT) have had in this century and promote it in schools, specifically focusing on the development and implementation of a digital game with reference to protein synthesis. Learning based on digital games (Prensky, 2001) allows improving skills in natural sciences, through motivation, student self-learning and teamwork. The purpose of the work is to analyze the incidence of a digital protein synthesis game in the

development of natural science skills of the eighth-grade students of the Tercer Milenio School located in Caldas, Antioquia..

Keywords: Science Teaching, Protein Synthesis, Learning based on digital games.

Introducción

En las investigaciones revisadas, se observa que la enseñanza de las ciencias naturales ha sido conductista, además, pensada desde el paradigma de un conocimiento acabado (López Simó y Domènech-Casal, 2018; Ocón, Galilea, 2017; Prensky, 2001; Ramly, 2017; Sanmartí et al., 1999; Solbes, 2007, 2011). Como afirma Gómez Díaz (2018) esta enseñanza ya no cumple con las expectativas de este tiempo, donde se ha generado una revolución educativa. En concordancia con lo anterior, Ramly (2017) afirma que, a pesar de que la ciencia es empírica, forzar los métodos mecánicos como la memorización en la enseñanza de la ciencia puede impedir el interés y el proceso de aprendizaje en los estudiantes. También López Simó y Domènech-Casal (2018) mencionan que las metodologías transmisivas específicas tradicionales fracasan en el desarrollo de las habilidades del conocimiento científico y desde hace tiempo se viene reclamando una enseñanza de las ciencias más activa, problematizada y contextualizada.

De este modo, respecto a la enseñanza de las ciencias naturales se advierte sobre la importancia de cambiar el aprendizaje como se ha venido dando (Sanmartí et al., 1999). López Simó y Domènech-Casal (2018) afirman que la enseñanza tradicional sirve para darle una información al estudiante que le permita presentar una prueba. Este tipo de enseñanza carece de cuestionamiento respecto a la propia práctica educativa y se convierte en una idea de ciencias que no genera un enfoque significativo. Por lo tanto, el maestro no debe comunicar conocimientos acabados a sus estudiantes, sino plantear tareas que les interesen y conduzcan a la búsqueda de medios para solucionar problemas (Guanche Martínez, 2005).

En este sentido, el objetivo general que guía esta investigación es analizar la incidencia de un juego digital en el aprendizaje del proceso de la síntesis de proteínas en estudiantes de educación básica secundaria, a través de la revisión bibliográfica, el diseño de un videojuego, su aplicación y posterior análisis de categorías, apoyado en el aprendizaje basado en videojuegos de Marc Prensky.

Planteamiento del problema

A partir de la revisión de literatura desarrollada, fue posible identificar un cuestionamiento respecto a la enseñanza de las ciencias naturales en la actualidad, y cómo ha permanecido durante varios años un modelo tradicional en la enseñanza por gran parte de los docentes. Se mencionan en algunas investigaciones, que un modelo de enseñanza de las ciencias centrado en la memorización no genera un aprendizaje significativo (Gómez Díaz, 2018; Ramly, 2017; Sanmartí et al., 1999; Sanmartí, Neus e Izquierdo, 1997).

Dentro de este marco educativo, y enfocado en la enseñanza de las ciencias naturales, en las investigaciones revisadas se observa que los últimos cursos de educación primaria, y durante toda la educación secundaria, se incrementa sucesivamente el desinterés por las materias científicas, los estudiantes pierden significativamente la curiosidad y la motivación por el aprendizaje de los contenidos trabajados, y se introducen en un proceso pasivo donde prevalece la desmotivación y el fracaso académico (García-Carmona et al., 2011; Ortega, Quevedo y Gil, Puente, 2019; Solbes, 2007). Una de las principales causas es debido a la valoración social negativa de la ciencia. La sociedad actual entiende las materias científicas como áreas de conocimiento muy complejas a las que, según palabras de los estudiantes, solo pueden optar "los genios", sin

embargo, no se pueden descartar otros factores multicausales (Ortega, Quevedo y Gil, Puente, 2019; Solbes, 2007, 2011). En palabras de Solbes (2007) también se deben tener en cuenta las carencias en la formación del profesorado. Los docentes generalmente muestran un gran desconocimiento, tanto de los contenidos curriculares de ciencias experimentales, como del modo en el que deben de enseñarlos.

De acuerdo con lo anterior, la enseñanza de las ciencias, generalmente, tiene un enfoque teórico y descontextualizado que desmotiva al estudiantado, entendiendo la ciencia como una materia enciclopédica, en la cual, el estudiante recibe la información como una avalancha de datos que deben memorizar y retener, no como respuestas a preguntas de contexto (Ortega, Quevedo y Gil, Puente, 2019; Solbes, 2007). Bajo este marco conceptual, el escaso planteamiento de los contenidos y las malas programaciones afectan todo el proceso de aprendizaje en los estudiantes, por lo tanto, se hace necesario que las experiencias prácticas deban estar contextualizadas, tener relación y finalidad con la teoría, además de inducir a la motivación e interés por aprender.

La curiosidad y la motivación son ejes fundamentales en todo proceso de enseñanza, por lo que una responsabilidad del docente es propiciar espacios de formación que favorezcan el interés de los estudiantes (Funa y Ricafort, 2019). Los profesores deben colaborar entre sí para mejorar el conocimiento y habilidades científicas de los estudiantes a través de herramientas que permitan la motivación y el interés por aprender.

Respecto a lo anterior, y desde la enseñanza de la biología, en el proceso de adecuación y planificación de las clases, se debe tener en cuenta que no basta con memorizar los componentes o partes de un proceso biológico, sino las funciones y reacciones bioquímicas que se involucran en estos y cómo se ven reflejados en su vida cotidiana llevándolo a un proceso cognitivo más significativo. Como menciona Guanche Martínez (2005) una de las tareas más importantes es que el maestro no comunique conocimientos acabados, sino que plantee escenarios que, al tiempo que interesen a los estudiantes, los conduzcan a la búsqueda de vías y medios para solucionar problemas. De allí, que es fundamental favorecer el pensamiento crítico y las competencias en ciencias naturales.

En la enseñanza de la biología, los ejes temáticos son una herramienta significativa para llegar al aprendizaje en ciencias naturales, ya que, usadas desde una metodología activa permite mayor interés y motivación. Como afirma Gómez Díaz (2018) el uso de técnicas activas dentro de la metodología tradicional de enseñanza, como la lúdica y el uso de TIC, permite la curiosidad en el estudiante mejorando la interacción entre sus pares y el rendimiento académico de ellos.

Entre los ejes temáticos en ciencias naturales está la síntesis de proteínas, la cual, puede generar problemas en la enseñanza y aprendizaje debido a la imposibilidad para visualizar este proceso, ya que requiere de abstracción como lo mencionan Rony y Alfie (2013) además del conocimiento de los conceptos básicos de la estructura del ADN. En estos casos se requieren elementos que permitan la visualización de eso que se está estudiando y representaciones gráficas. Es importante comprender el tema de la síntesis de proteínas puesto que representa actualmente una vía para aprender cómo se crean las vacunas de vanguardia, medicamentos, nuevas terapias génicas contra el cáncer y, además, contribuye a la alfabetización científica de la sociedad.

Se plantea entonces que el diseño de una herramienta, como lo es el juego digital implementado en el eje temático de la síntesis de proteínas, puede traer beneficios en el aprendizaje, debido a que busca un acercamiento al estudiante con las ciencias naturales a través de la motivación y el interés, elementos fundamentales para el aprendizaje significativo propuesto por Ausubel et al. (1976).

En palabras de Prensky (2001), la condición principal del aprendizaje exitoso es la motivación: un alumno motivado no puede ser detenido. Desafortunadamente, como se mencionó, en la actualidad gran parte del

contenido que los estudiantes deben aprender no los motiva directamente. Por lo anterior, el uso de nuevas formas de implementar la enseñanza en el aula de clase es el aprendizaje basado en juegos digitales propuesto por Marc Prensky. Los videojuegos inducen a la motivación y la educación es, debido a esto, un área con gran potencial para la aplicación de ellos (Deterding, 2012; Deterding et al., 2011; González-González y Blanco-Izquierdo, 2012; Morales et al., 2021; Ocón, Galilea, 2017; Prensky, 2001).

En la misma línea, y como afirma Fuentes (2005), el mundo desde finales del milenio ha experimentado cambios radicales en todos los ámbitos del quehacer humano como los medios de comunicación y esparcimiento, muchos de estos cambios han sido posibles gracias al vertiginoso avance de la informática y las telecomunicaciones en las últimas décadas.

Si bien, muchas investigaciones se han centrado en los efectos negativos de los videojuegos, en realidad, un gran porcentaje de estudios han demostrado que, en general, hay pocos efectos negativos, por el contrario, se ha observado la presencia de efectos positivos, incluidos los de carácter instruccional como mencionan González-González y Blanco-Izquierdo (2012), los mismos autores señalan que los juegos de arcade, de acción de rol y de plataformas favorecen el desarrollo de la motricidad, la destreza manual y los reflejos en términos cognitivos y proporcionan una liberación de estrés en términos afectivos y motivacionales.

Con base en lo anterior, se observa la importancia de la innovación en la enseñanza de las ciencias naturales a través de la reflexión sobre nuevas pedagogías activas que se puedan aplicar a la escuela como lo son el aprendizaje basado en juegos digitales, y en particular para este trabajo, el de la enseñanza de la síntesis de proteínas. En el análisis se observa que aún hay vacíos acerca de investigaciones que estudien el aprendizaje de la síntesis de proteínas mediante el aprendizaje basado en juegos digitales definido por Prensky. Por lo tanto, se plantea la creación de un videojuego que permita aportar en el aprendizaje de la síntesis de proteínas, usando todos los beneficios que traen los juegos digitales para el mejoramiento de las competencias en ciencias naturales y analizando la incidencia del juego digital en los estudiantes.

Metodología

Esta propuesta metodológica tiene como objetivo describir la incidencia de un proceso de aprendizaje en síntesis de proteínas con estudiantes del grado octavo del Colegio Tercer Milenio, con el diseño y aplicación del videojuego DarkVirus. En la investigación realizada sobre publicaciones y producción académica relacionada con este tema, se han encontrado pruebas de cómo los videojuegos pueden favorecer el aprendizaje mediante la motivación.

Paradigma de investigación interpretativo

El paradigma desde Kuhn (1971) es definido como un modelo o patrón aceptado, permitiendo a los científicos investigar alguna parte de la naturaleza de una manera tan detallada y profunda que sería inimaginable en otras condiciones. También, puede ser interpretado como una visión del mundo compartida por un grupo de investigadores que lleva a una metodología determinada en la práctica de la investigación (Rodríguez Sosa, 2003).

Esta investigación se enmarca en un paradigma hermenéutico-interpretativo basado en la definición de González Monteagudo (2001) quien afirma que la realidad se construye en la experiencia de cada sujeto, además, las construcciones no se categorizan como verdaderas en un sentido absoluto. El investigador y el objeto de investigación están vinculados, generando que el proceso se retroalimente y permita analizarse en cada intervención que se realice. Esta práctica, entendida desde el paradigma constructivista, aporta al

entendimiento y reconstrucción de las ideas y construcciones entre las personas que intervienen en la investigación.

Esta investigación aborda la comprensión de los intereses cognitivos desde una perspectiva hermenéutica. Desde esta perspectiva, las ciencias sociales pueden reflexionar sobre sus propios métodos y herramientas con relación a sus alcances y tareas (Herrera, 2009; Ávila, 2012). Aunque esta perspectiva tiene raíces en tradiciones filosóficas, la hermenéutica como reflexión sobre la interpretación permite a las ciencias sociales comprender los fenómenos a partir de nuevos métodos de aproximación a sus objetos de estudio, que van más allá de la dimensión filosófica y se convierten en una propuesta metodológica única con características particulares (Sandoval Casilimas, 2002).

Enfoque Cualitativo

El enfoque que se adopta en esta investigación será cualitativo, el cual, como lo define Rodríguez Sosa (2003), se centra en la descripción, comprensión e interpretación de los significados que las personas involucradas dan a sus propias acciones. Por otro lado, no permite la generalización de resultados, ya que cada persona involucrada en la investigación se limita a un tiempo y a un espacio. Los hechos de la investigación se manifiestan como determinación de múltiples factores, entre ellos, el contexto, la población, los ejes temáticos que se trabajan como las emociones, experiencias e intereses. El enfoque cualitativo permite en esta investigación analizar e interpretar los resultados de forma individual.

La subjetividad es uno de los puntos clave en la investigación cualitativa (Institución Universitaria Instituto Tecnológico Metropolitano -ITM- y Ramírez Serna, 2016), en ese sentido, se indaga sobre aquello que es fundamental para desarrollar la investigación y comprender el fenómeno. Esta metodología que se propone desde la perspectiva cualitativa, intenta explicar y comprender las interacciones y los significados subjetivos (Alvarez-Gayou, 2003, p.41). Para lograr los objetivos mencionados, es crucial contar con las expresiones discursivas de los sujetos involucrados, es decir, sus vivencias, experiencias y aprendizajes.

Teniendo en cuenta lo anterior, Hernández Sampieri y Fernández Collado (2014) afirman que el enfoque cualitativo se basa en métodos de recolección de datos no estandarizados ni predeterminados completamente, por lo tanto, el enfoque es pertinente con la investigación, ya que debe obtener las perspectivas y puntos de vista de la población a analizar y por supuesto, su contexto. Esta metodología va acorde a los intereses de la investigación ya que se requiere que el investigador esté inmerso en la muestra, y que también pueda flexibilizar las técnicas de recolección de datos.

El investigador se sitúa en un horizonte de comprensión en el cual recopila todas las experiencias del grupo: las narradas, leídas, dialogadas, observadas, escuchadas, etc. Sin embargo, ser observador no lo exime de formar parte de la construcción del conocimiento. En este proceso se integran sus conocimientos previos, prejuicios y preguntas. Este horizonte de comprensión se denomina arco hermenéutico, en el cual el investigador busca comprender un fenómeno para luego traducir esta comprensión y ponerla a disposición de otros. Según Ricœur (2000), el proceso hermenéutico comienza con la comprensión, que implica el esfuerzo por elaborar el significado de los textos a partir de una lectura interpretativa (p. 85). Por lo tanto, la comprensión ocurre en un campo de investigación que se centra en la experiencia de los sujetos que intercambian sus vivencias a través de los instrumentos que se diseñen (Ávila, 2012), para nuestro caso particular, el videojuego.

A pesar de todo, la comprensión es solo una de las fases del proceso hermenéutico, ya que "para investigar en este campo, es absolutamente necesario comprender, pero no es suficiente; hay que pasar a las explicaciones" (Ibíd, p, 48). Solo en ese movimiento dialéctico entre comprensión y explicación, se entiende que los talleres y entrevistas sean indispensables para la interpretación, y que solo a través de la perspectiva

hermenéutica sea posible abordar este proyecto formativo a través de los significados de mundo expresados por los estudiantes acerca de la síntesis de proteínas.

Por lo anterior, el investigador tiene la tarea constante de leer, escribir, comprender y explicar. En resumen, la explicación y la comprensión son dos etapas diferentes de lo que Ricœur (2000) llama arco hermenéutico, es decir, el conjunto de operaciones entrelazadas que componen el esfuerzo hermenéutico (Grondin, 2006, p.115). Esta propuesta de investigación se centra en el aprendizaje basado en videojuegos con relación a un proceso formativo, lo que lleva al investigador, junto con sus preguntas y herramientas, a experimentar nuevas categorías que amplían los recursos interpretativos (Ávila, 2012, p. 52) a través del diálogo, el análisis del taller y la aplicación del videojuego.

Finalmente, en la búsqueda constante de comprensión, el investigador conjetura e intuye los imaginarios colectivos que se encuentran en los instrumentos. Para luego traducirlos y explicarlos basándose en su experiencia hermenéutica. Dentro de un paradigma de investigación cualitativo, esto implica un proceso de formación del investigador y, al mismo tiempo, un proceso de traducción de las estructuras de sentido (González, 2011, p. 127), de esta manera, el investigador se forma y permite que otros también se formen, ya que investiga, lee y comprende, y luego escribe, explica e interpreta. Es en este movimiento dialéctico donde se produce la narración esencial (Moreno Aponte, 2017), donde el investigador teje lo observado, lo leído, lo escuchado y lo dialogado desde una posición comprensiva que le permite interpretar el fenómeno a través de la escritura narrativa de esta investigación.

Población

El grupo de participantes estuvo compuesto por cinco estudiantes del grado octavo del Colegio Tercer Milenio, ubicado en el municipio de Caldas, Antioquia. Se decidió trabajar con este grupo debido a que son estudiantes que aún no han visto desde el área de ciencias naturales ejes temáticos referentes a la síntesis de proteínas. La selección se realizó al azar.

El videojuego DarkVirus se enfoca en el desarrollo del aprendizaje de la síntesis de proteínas. Se realizaron tres sesiones, con duración de dos horas cada una. Los estudiantes son jóvenes entre 13 y 14 años, dos mujeres y tres hombres. Todos residen en el municipio de Caldas, Antioquia y su jornada académica es de 6:55 a. m. a 2:30 p. m.; expresaron que tenían grandes expectativas por la investigación, luego que se les entregó el consentimiento informado para ser diligenciado por sus acudientes. En cuanto su conocimiento en ejes temáticos de las ciencias naturales, manifiestan tener los conceptos básicos claros, les gustan los videojuegos de aventura y en línea.

Durante el taller aplicado en la primera sesión, se observó un bajo rendimiento por parte de los estudiantes. En cuanto al manejo de conceptos, presentan dificultades en términos como ADN, ARN, proteínas y aminoácidos.

Categorías

Las categorías se definen como conjuntos de elementos que comparten características comunes y que se utilizan para agrupar datos en función de esas similitudes (Sampieri, Collado, y Lucio, 2018). Estas características comunes pueden ser cualitativas o cuantitativas, y su elección depende de la naturaleza de la investigación. Las categorías pueden surgir a partir de variables previamente definidas, teorías existentes o incluso de manera inductiva durante el proceso de recopilación y análisis de datos.

Tabla 1

Categorías, instrumentos y componentes de desempeño

Categorías	Instrumentos	Componentes de desempeño
Motivación (Huertas, 1997)	Videojuego DarkVirus	* Tiempo de permanencia de forma autónoma jugando. * Número de veces que se jugó. * Compromiso. * Autodeterminación. * Participación activa.
Trabajo en equipo mediado por TIC (Prensky, 2008)	Videojuego DarkVirus	Comunicación sincrónica. Liderazgo. Diversidad en las perspectivas.
Aprendizaje significativo (D. P. Ausubel, 1960)	Aplicación de encuesta y prueba individual previo a la aplicación del videojuego. Aplicación de encuesta y prueba individual posterior a la aplicación del videojuego.	* Integración de nuevo conocimiento. * Búsqueda de relación entre los nuevos conceptos y los que ya posee. * Práctica constante por medio del ensayo y error.

Diseño del videojuego

Tomando como referencia el libro "Element War" de Franco (2010) se adapta este capítulo al trabajo de grado, con el propósito de cumplir el objetivo específico número 1 que habla acerca de diseñar un juego digital referente al aprendizaje de la síntesis de proteínas.

Concepto del juego

"Dark Virus" es un juego en primera persona en 3D en el que el jugador debe desplazarse al interior de una célula. El jugador debe avanzar, destruir virus y resolver acertijos referentes al código genético.

¿Por qué crear este juego?

En la revisión bibliográfica no se observó ningún trabajo que permita mezclar el aprendizaje de la síntesis de proteínas a través de un videojuego. La intención del diseño de este juego es crear una herramienta que permita atraer a los y las estudiantes al aprendizaje de la síntesis de proteínas permitiendo una alfabetización científica en nuestro país.

Entre las principales características de este juego esta:

- El diseño de un entorno celular teniendo en cuenta los modelos analizados en la revisión bibliográfica.
- Un juego dirigido a estudiantes que disfruten de los videojuegos.
- Generar entornos donde el jugador necesite resolver acertijos para poder avanzar.

¿En qué dispositivo se puede jugar?

El juego se desarrolló en el motor Unreal Engine 5.1 (UE) para ejecutarse en PC con sistema operativo de Windows, lo anterior, debido a que es el Software más común en los computadores de las escuelas en Colombia.

El equipo debe tener un procesador corei3 o superior y de preferencia con tarjeta gráfica.

¿En qué entorno se realiza el juego?

La apariencia del juego se basa en el interior de una célula, cada nivel representa diferentes zonas, citoplasma, interior del núcleo, zona de traducción de proteínas.

¿Qué personaje controla?

El jugador es un "nanobot" el cual fue creado por científicos del ITM para atacar un virus mortal que ha generado una pandemia en el año 2030.

¿Cuál es el objetivo principal?

El objetivo principal del juego es disparar a todos los virus que se encuentren en el camino, resolver acertijos teniendo en cuenta la información que se va recopilando a medida que el jugador avanza en el juego.

Características del videojuego

Este juego solo tiene un modo de juego, inicialmente el jugador debe recoger el arma que se le entrega al inicio, a medida que el jugador avanza se estarán mostrando mensajes que sirven como pistas para avanzar en el juego, por último, tendrá una prueba para disparar a diferentes enemigos en movimiento.

Personajes del juego

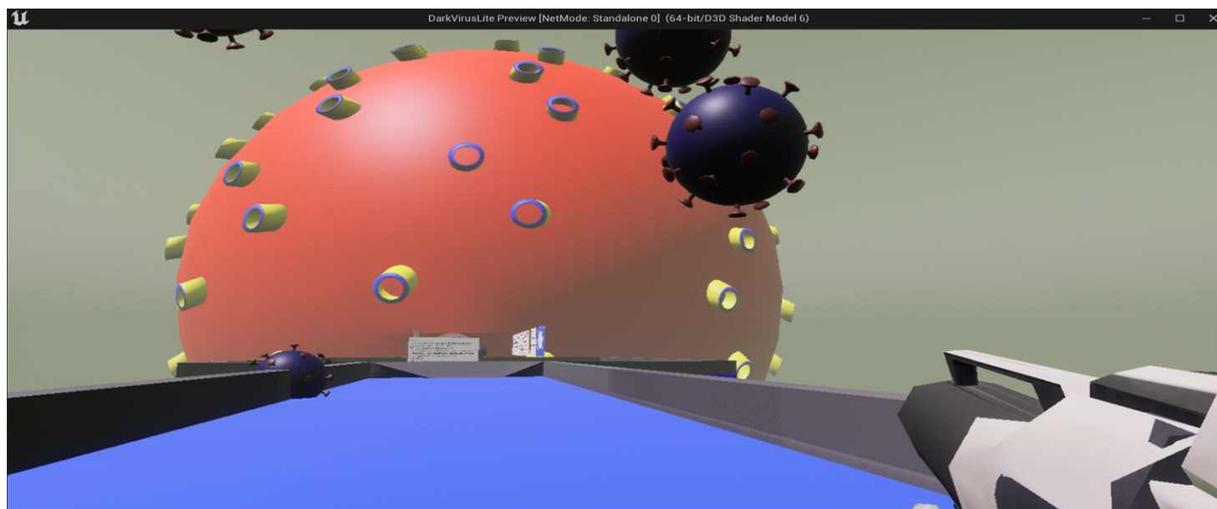
El videojuego posee solo un único jugador a medida que este avance en el juego podrá recoger un arma y atacar los virus que encuentre en el camino.

Personaje principal

El primer y único personaje jugable es un "Nanobot" creado en los laboratorios del ITM en el año 2030, tiene la capacidad eliminar los virus que se encuentren en la célula gracias a un arma que se podrá entregar al inicio. Su habilidad para resolver acertijos y la eficiencia al disparar dependerá del jugador.

Debido a que el juego es en primera persona, nunca se verá la cara o el cuerpo del jugador principal. Como se observa en la figura 1.

Figura 1
Vista del personaje principal



Es importante mencionar que inicialmente el videojuego se desarrolló en 2D en el motor de videojuegos Unity, sin embargo, luego de analizar cuál era la mejor forma de atraer al estudiante se cambió a 3D usando Unreal Engine 5.1.

Resultados y análisis

Resultados

Este capítulo surge en la necesidad de analizar los resultados obtenidos dentro de los cuestionarios aplicados tanto al inicio como al final de la intervención realizada y las actividades propuestas dentro de la misma. Para tal finalidad se expone entonces la necesidad de utilización de un código para los cinco estudiantes (como se puede observar en la tabla 2) y de esta manera poder establecer posteriormente:

- Análisis descriptivo del cuestionario inicial.
- Análisis de la aplicación del videojuego.
- Análisis global que deriva del cuestionario y la encuesta realizada al final de la investigación y que propone el análisis de las tres categorías propuestas al comienzo de la presente investigación, a saber, motivación, trabajo en equipo mediado por TIC y aprendizaje.

Tabla 2

Codificación de los y las estudiantes

Participantes	Codificación
Estudiante 1	E1
Estudiante 2	E2
Estudiante 3	E3
Estudiante 4	E4
Estudiante 5	E5

En ese sentido, es oportuno comenzar con las pruebas previas realizadas a cinco estudiantes. Las cuales se pueden observar en el anexo C de este trabajo.

Las respuestas de los estudiantes a la primera pregunta se encuentran dispersas, puesto que los E1, E2 y E5 mencionaron que podía ser cualquier órgano y las células sexuales, el E3 mencionó el núcleo mientras que el E4 habló sobre las hormonas. Lo anterior se observa en la tabla 3.

Tabla 3

Respuestas de los estudiantes a la primera pregunta

Estudiante	Organela
E1, E2 y E5	Cualquier órgano y células sexuales.
E3	Núcleo.
E4	Hormonas.

Para el caso de la segunda pregunta, las respuestas fueron consecuentes con la anterior, en ese sentido, el E3 mencionó que la información se podría encontrar en el ADN, que contenía cromosomas con el núcleo; los E1, E2 y E5 respondieron que en todo el organismo y también en sus rasgos físicos; finalmente el E4 respondió igualmente a esta segunda pregunta que la información se podría encontrar en el ARNm, desarrollado por hormonas esteroideas. Como se puede observar en la tabla 4.

Tabla 4

Respuesta de los estudiantes a la segunda pregunta

Estudiante	¿Dónde encontrar esa información?
E3	En el ADN que contiene cromosomas con el núcleo.
E1, E2 y E5	En todo el organismo y también en sus rasgos físicos.
E4	ARNm, desarrollado por hormonas esteroideas.

En la tercera pregunta sobre cómo fluye la información genética, las respuestas se distribuyeron de la siguiente manera: el E2 no respondió, el E5 y E3 respondieron la C (ADN ARN Proteínas) y los E4 y E1 respondieron la E (ARN ADN Proteínas). Esto se aprecia en la tabla 5.

Tabla 5

Respuesta de los estudiantes a la tercera pregunta

Estudiante	¿Cómo fluye la información genética?
E2	No respondió.
E5 y E3	C (ADN ARN Proteínas)
E4 y E1	E (ARN ADN Proteínas)

Por otro lado, para el caso de la cuarta pregunta con relación a la secuencia de ARN mensajero, los E5 y E3 contestaron teniendo en cuenta la tabla de código genético proporcionada por el maestro como apoyo para la prueba. De los otros tres estudiantes, el E4 escribió la secuencia resultante con ayuda de la tabla ya nombrada, adicional a esto, expresó la necesidad del ingreso de hormonas esteroideas para la fabricación de proteínas; el E1 mencionó que la fabricación de proteínas se da por medio de alimentos que ingresan al cuerpo y el E2 escribió que las proteínas que se pueden fabricar son aquellas que provienen del ARN mensajero después de que el ADN ha compartido la información.

Finalmente, para la quinta pregunta hubo un consenso los E1, E2, E3 y E5, los cuales expresaron que la fabricación de una proteína en el cuerpo se da mediante el proceso de la digestión, del metabolismo, con los alimentos que ingerimos y a partir de la glucosa que se obtiene de estos alimentos. El E4 explicó todo el

proceso de fabricación de proteínas a partir de las hormonas esteroideas, el cual describió en cinco pasos:

1. La hormona esteroidea entra a la célula diana y se une al receptor.
2. Entra al núcleo.
3. El receptor unido a la hormona se va directo al ADN (que se encuentra dentro del núcleo).
4. Se crea el ARNm.
5. Se unen ribosomas al ARNm y se crean proteínas.

De esta manera, se recurre entonces a la prueba realizada posterior a la aplicación del videojuego, la cual se puede observar en el anexo E de este trabajo. Esta prueba tuvo las mismas preguntas de la prueba previa con excepción de la pregunta número 2 que fue directamente alusiva al videojuego propuesto a los estudiantes.

Las respuestas de los estudiantes en algunos casos específicos cambiaron con relación a la prueba previa a la aplicación del juego. Veamos:

Con relación a la primera pregunta, los E2, E3 y E4 contestaron que el núcleo ya que ahí se encuentra el ADN, el E5 contestó que no sabía y el E1 contestó que deberían abrir la rana para estudiarla y así conocer su genética.

Para la segunda pregunta en la que se indagó con relación a lo que se entendió del videojuego, hubo opiniones similares, en un primer momento explicaron de qué trataba el juego: "en el videojuego entendí que había que eliminar los virus y así ir avanzando hasta llegar a un punto en el que tenías que descubrir la correcta respuesta, luego, para entrar a la célula teníamos que matar a todos los virus" (E1). También los E2, E3 y E5 mencionaron que pudieron resolver muchas dudas y aprender temas que se les dificultaba como el código genético o el lugar donde se fabrican las proteínas. El E4 mencionó que el juego fue muy creativo.

Para la tercera pregunta, los E2, E3, E4 y E5 respondieron que era la C (ADN ARN Proteínas) y el E1 respondió que era la D (ARN ADN Proteínas). Con relación a la cuarta pregunta, el E1 contestó que no sabía, sin embargo, en las demás respuestas se aprecian ciertas similitudes, por ejemplo, los E2, E3, E4 y E5 se guiaron con el código genético suministrado por el docente como apoyo para la actividad. Adicional a esto, de esos cuatro estudiantes, los E2, E3 y E4 hablaron de la importancia del Aparato de Golgi para la fabricación de proteínas.

Finalmente, para la quinta y última pregunta, en que se les indagó sobre cómo se fabrica una proteína en el cuerpo, se encontraron respuestas medianamente dispersas: el E3 contestó que se fabrican a partir de la descomposición de la glucosa sacada de los alimentos, los E1 y E5 respondieron que esto se da mediante el paso de las proteínas al cuerpo cuando llegan al estómago y este crea la proteína o simplemente mediante el proceso digestivo; los E2 y E4 mencionaron que el ADN pasa información genética al ARN mensajero para que este se junte con un ribosoma y así puedan crear la proteína.

Análisis

Ahora bien, si se evalúan los resultados de la prueba previa en paralelo con la prueba posterior se encuentra que, a pesar de la complejidad del tema, después del videojuego se pudo evidenciar un cambio en los conceptos y explicaciones que los estudiantes daban a las preguntas propuestas.

Por otro lado, también, en la pregunta 3 hubo cambios con relación a las respuestas de la prueba previa, a saber, el E2 que no había contestado en la prueba previa, sí lo hizo en la posterior y hubo un consenso mucho mayor en la prueba posterior del que se presentó en la prueba previa. El E4 decidió, además, para esta última, cambiar la respuesta que había otorgado en la prueba previa.

Finalmente, para las preguntas 4 y 5 se encontraron también cambios en la argumentación propuesta como, por ejemplo, la mención al aparato de Golgi con relación a su función dentro de la creación de proteínas al igual que la utilización, en mayor medida, de la tabla de código genético anexada a la actividad. En la quinta pregunta fue donde se presentó mayor dispersión en la prueba posterior, empero, coincidieron en algunas ideas puntuales como por ejemplo que el ADN pasa información genética al ARN mensajero o la mención a la descomposición de la glucosa en el páncreas o incluso la incorporación de los ribosomas en este proceso.

Ahora bien, a raíz de lo observado al momento de la aplicación del videojuego, es oportuno rescatar, en el ámbito educativo, el análisis de las tres categorías propuestas en un inicio, las cuales llegaron a ser fundamentales para que la actividad se llevara a buen término en tanto acto educativo y no solo como mera actividad de ocio.

Categoría de análisis: Motivación

La primera categoría a analizar dentro de la actividad llevada a cabo es la motivación, esta última entendida desde Prensky (2001) como la condición principal del aprendizaje exitoso ya que un alumno motivado no puede ser detenido y esto se evidenció en el videojuego cuando los estudiantes, al ejecutarlo, lo hicieron sin necesidad de algún beneficio -puesto que esta no tenía nota dentro de la evaluación académica propuesta por la institución- y a pesar de esto, permanecieron dentro del aula y jugaron hasta el final sin dificultades. En términos de Huertas (1997), esto último nombrado es, en otras palabras, una definición de motivación. Ahora bien, retomando a Prensky (2001) -y como ya se mencionó- el aprendizaje basado en juegos busca combinar la diversión y la motivación inherentes a los videojuegos con los objetivos de aprendizaje y contenidos específicos del área en el que se busca implementar esta metodología activa de la didáctica logrando así fomentar la participación activa y el compromiso del estudiante.

En ese sentido, es oportuno volver nuevamente a Huertas (1997) cuando expresa que la motivación se explica por la participación de elementos simples como pueden ser los impulsos, las atribuciones o las unidades de información. Y es que enmarcando la motivación en los distintos modelos teóricos que hablan sobre su aplicación en el aula, emerge uno que propone el modelo contextualista en tanto intenta combinar un enfoque centrado en el aprendizaje con otro basado en el desarrollo. De esta manera, durante la aplicación del videojuego con los estudiantes, se pudo, además, apreciar de qué manera se pudo implementar justamente el aprendizaje -como se vio reflejado en las pruebas posteriores- pero también se tuvo en cuenta el desarrollo cuando los estudiantes lo jugaron. Así, el combinar estos dos elementos permitió llevar la motivación al aula con la metodología implementada y poder proponer visiones alternativas de los contenidos propuestos dentro de la malla curricular del área.

Categoría de análisis: Trabajo en equipo

Una segunda categoría para el análisis es el **trabajo en equipo mediado por TIC**. Este es definido desde Prensky (2001) como un proceso colaborativo en el cual los individuos combinan sus habilidades y conocimientos para alcanzar un objetivo común. De igual manera, y como se expresó dentro del marco teórico, la mediación de las TIC en este contexto implica el uso de herramientas digitales como plataformas de mensajería, videoconferencias, sistemas de gestión de proyectos y redes sociales para facilitar la comunicación, la coordinación y la cooperación entre los miembros del equipo. Esto último se evidenció durante la aplicación del videojuego cuando los estudiantes combinaron sus habilidades y conocimientos para alcanzar un objetivo común -que era poder llegar al final del juego eliminando los virus, desinfectando las organelas celulares y resolviendo acertijos por medio del código genético-.

Categoría de análisis: Aprendizaje

La tercera categoría propuesta para el análisis es la del aprendizaje significativo, el cual ya se definió en el marco teórico pero que es oportuno retomar a este punto. El aprendizaje ocurre cuando se establecen conexiones entre la nueva información y los conocimientos previos del estudiante. De esta manera, Ausubel et al. (1976) afirman que el aprendizaje significativo involucra la integración de nuevos conocimientos con la estructura cognitiva preexistente del individuo.

En la presente investigación, y durante la aplicación del videojuego con los estudiantes, se pudo presentar aprendizaje significativo puesto que lo que se buscó fue que los estudiantes establecieran conexiones entre lo que estaban observando en el videojuego con lo que ya sabían o habían visto en clases previas o cursos anteriores pero que tenían únicamente en teoría.

En las encuestas realizadas posteriormente, por ejemplo, el E2 expresó que el juego le sirvió mucho y le ayudó a resolver dudas que tenía sobre el tema de la célula. Por otro lado, el E1 expresó: "en mi caso, a mí me gusta mucho jugar videojuegos, y ver un videojuego que nos ayude al aprendizaje y que nos divierta a nosotros mismos me gustó mucho y también como dijo [mi compañero], es algo increíble, o sea, yo nunca pensé que yo iba a jugar algo que me ayudara para mi estudio".

Por otro lado, si se tienen en cuenta las pruebas aplicadas posteriormente a la aplicación del videojuego, se encuentra que las respuestas mejoraron con relación a la prueba aplicada previamente a la aplicación del mismo. De esta manera, se puede afirmar que este sí ayudó a los estudiantes en su proceso de aprendizaje, adicional al hecho de que ellos también vincularon los saberes previos que tenían y que en un futuro les servirá para el aprendizaje de otros contenidos bien fuese dentro de la academia o bien en su vida cotidiana. Al utilizar sus saberes previos y al tenerse en cuenta el hecho de que en un futuro también les podrá servir y aplicarse a otros campos del conocimiento, es oportuno nombrar el juego como exitoso en el proceso no solo de aprendizaje sino también de aprendizaje significativo.

Conclusiones

La investigación realizada con estudiantes del grado octavo en el Colegio Tercer Milenio permite volver sobre la pregunta de investigación planteada al inicio del presente trabajo y es que después de aplicado el videojuego es oportuno citar a Posada (2013) cuando plantea que se evidenció que estos [los videojuegos] ayudan a desarrollar y potenciar la competencia digital, incentivan la mentalidad multitarea y promueven la comunicación e intercambio cooperativo cuando se aplican juegos en red. En este sentido, se habla de una incidencia que aporta distintos elementos en la enseñanza de las Ciencias Naturales en la educación secundaria.

Si se retoman, por ejemplo, los cuestionarios y entrevistas finales con relación a las realizadas antes de la implementación del videojuego, se encontró que los estudiantes tenían mucho más claros conceptos como ARN, ADN, proteínas, aminoácidos, virus y forma de reproducción de un virus.

Todo lo anterior refleja entonces que la aplicación de videojuegos en la educación básica secundaria en el área de Ciencias Naturales contribuye al aprendizaje significativo ya que este, como lo planteó Ausubel (1960), busca la comprensión profunda y duradera de la información, y teniendo en cuenta que esto beneficia directamente al estudiante en su proceso de aprendizaje, es oportuno resaltar también que esta estrategia didáctica beneficia al docente en su labor de enseñanza, ya que le permite presentar diferentes propuestas a sus estudiantes que contribuyen a lo que él o ella busca llevar al aula, generando un interés diferente en ellos al flexibilizar sus métodos de enseñanza.

Como lo plantea Obando (2022), "traer elementos del juego a las clases, jugar videojuegos, enseñar contenidos a través de juegos digitales influyen en la motivación de los estudiantes" (p.132) y si esto se confronta con lo llevado a la práctica en la presente investigación, es importante mencionar que efectivamente esto se evidenció cuando los estudiantes, según lo propuesto por Huertas (1997), pudieron permanecer durante cierto tiempo voluntariamente haciendo una acción -jugando el videojuego en este caso- y con esto pudieron también fortalecer conceptos que ya se habían visto en clase -y que se mencionaron anteriormente- y otros que aprendieron y conocieron ejecutando el videojuego.

Se puede afirmar que el aprendizaje basado en juegos digitales contribuye de manera eficaz al aprendizaje significativo porque aporta de modo similar a la autorregulación, a la motivación en el estudiantado y al trabajo en equipo mediado por TIC ya que en el juego mismo pudieron interactuar con sus compañeros, dialogar y compartir la manera de alcanzar los objetivos propuestos.

El aprendizaje de la síntesis de proteínas efectivamente se puede dar a partir de un juego digital, pero no solo este contenido se puede llevar al aula de esta manera sino cualquier otro contenido teniendo siempre presente la creatividad del docente, también, el contexto en el cual este se lleve a cabo, los estudiantes con los cuales se esté trabajando y las distintas dinámicas que se presenten en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Así mismo, el aprendizaje basado en juegos digitales se puede implementar no solo desde el área de Ciencias Naturales sino también en otras áreas del conocimiento, y así contribuir con estrategias didácticas alternativas en esas otras áreas que a su vez podrían presentar otros beneficios dependiendo del área específica en la cual este se lleve a cabo.

Finalmente, tal como lo expresa Obando (2022) citando a Posada (2013), los videojuegos ayudan a desarrollar y potenciar la competencia digital, incentivan la mentalidad multitarea y promueven la comunicación e intercambio cooperativo cuando se aplican juegos en red, es por esto que, en el campo de la didáctica y la innovación en educación, es una propuesta en la que falta seguir investigando y que promete muchos resultados dentro de la educación en básica secundaria.

Recomendaciones

Durante el desarrollo, producción, aplicación del videojuego y análisis de resultados se debe tener en cuenta decisiones que pueden afectar el proceso de investigación. En lo que respecta al desarrollo del videojuego, una de las principales variables a tener en cuenta son los recursos con los que se dispone. En primer lugar, analizar las capacidades del dispositivo o dispositivos electrónicos con los que se desarrollará el juego. Luego, determinar el motor de videojuego en el que se creará. En la actualidad existen varios de forma gratuita (en algunos casos se debe pagar un porcentaje si los autores obtienen ganancias al publicar el juego digital).

También, durante la edición del juego es importante reconocer el tipo de juego, y las texturas. Una dificultad en el desarrollo del juego "Dark Virus" fue que al inicio las texturas y colores de varias organelas celulares eran diferentes, generando poca unidad en la ambientación. Lo anterior implicó editar nuevamente las organelas con texturas y colores para darle una uniformidad al juego.

Se recomienda tener siempre presente a qué equipos de cómputo, consola de videojuego o dispositivos móviles irá el juego, debido a que cualquier implementación que se haga durante el desarrollo del videojuego puede afectar el rendimiento de los dispositivos electrónicos finales.

En lo que respecta a "Dark Virus" se tuvo que crear una versión "menos exigente" para los equipos que con los que contaba el colegio. Todo lo anterior, con el objetivo de que el juego digital corriera sin problemas.

En el campo educativo, el juego debe ser "el enganche para el conocimiento" (Deterding et al., 2011; Morales et al., 2021; Ocón, Galilea, 2017; Pontes, 2020), por lo tanto, debe tener un objetivo claro, de lo contrario se tomaría el riesgo de que lo único que quede en el estudiante luego de aplicar un juego sea solo "el disfrute" dejando a un lado el componente principal de esta metodología: el aprendizaje.

Referencias bibliográficas

- Alvarez-Gayou, J. L. (2003). *CÓMO HACER INVESTIGACIÓN CUALITATIVA Fundamentos y metodología*.
- Anderson, C. A., Shibuya, A., Ihori, N., Swing, E. L., Bushman, B. J., Sakamoto, A., Rothstein, H. R., & Saleem, M. (2010). Violent video game effects on aggression, empathy, and prosocial behavior in Eastern and Western countries: A meta-analytic review. *Psychological Bulletin*, 136(2), 151-173. <https://doi.org/10.1037/a0018251>
- Atkins, B., y Krzywinska, T. (2007). *Videogame, player, text*. Manchester University Press.
- Ausubel, D., Novak, J., y Hanesian, H. (1976). *Significado y aprendizaje significativo*.
- Ausubel, D. P. (1960). The use of advance organizers in the learning and retention of meaningful verbal material. *Journal of Educational Psychology*, 51(5), 267-272. <https://doi.org/10.1037/h0046669>
- Bell, B. S., y Kozlowski, S. W. J. (2002). A Typology of Virtual Teams: Implications for Effective Leadership. *Group & Organization Management*, 27(1), 14-49. <https://doi.org/10.1177/1059601102027001003>
- Belli, S., y López, C. (2008). Breve historia de los videojuegos. *Athenea Digital. Revista de pensamiento e investigación social.*, 14, 159-179.
- Cerda, H. (1991). Medios, Instrumentos, Técnicas y Métodos en la Recolección de Datos e Información. En DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES Y POSTGRADO (El Buho).
- Deci, E. L., y Ryan, R. M. (2013). *Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behavior* (Springer Science&Business Media.).
- Deterding, S. (2012). Gamification: Designing for motivation. *Interactions*, 19(4), 14-17. <https://doi.org/10.1145/2212877.2212883>
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., y Nacke, L. (2011). *From game design elements to gamefulness: Defining "gamification"*. 7.
- Egenfeldt-Nielsen, S., Smith, J. H., y Tosca, S. P. (2019). *Understanding video games: The essential introduction*. Routledge.
- Franco, D (2010). *Element war*. Vancouver Film School.
- Fuentes, L. (2005). *Software educativo para la enseñanza de la Biología*. 47, 19.
- Funa, A. A., y Ricafort, J. D. (2019). *Developing Gamified Instructional Materials in Genetics for Grade 12 STEM*. 4.
- García Gigante, B. (2009). Videojuegos medio de ocio: cultura popular y recurso didáctico para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas escolares.
- García-Carmona, A., Vázquez-Alonso, Á., y Manassero-Mas, M. A. (2011). Estado actual y perspectivas de la enseñanza de la naturaleza de la ciencia: Una revisión de las creencias y obstáculos del profesorado. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 29(3), 403-412. <https://doi.org/10.5565/rev/ec/v29n3.443>
- Gee, J. P. (2003). *What Video Games Have to Teach Us About Learning and Literacy*. 1(1).
- Gibson, C. B., y Cohen, S. G. (2003). *Virtual teams that work: Creating conditions for virtual team effectiveness*. (John Wiley&Sons). John Wiley & Sons.
- Gómez Díaz, M. A. (2018). *El ABP Mediado Por Tic Para Facilitar El Aprendizaje De*.
- González Monteagudo, J. (2001). El paradigma interpretativo en la investigación social y educativa: Nuevas respuestas para viejos interrogantes. *Cuestiones pedagógicas*, 15, 227-246.
- González-González, C., y Blanco-Izquierdo, F. (2012). Designing social videogames for educational uses. *Computers & Education*, 58(1), 250-262. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.08.014>
- Grondin, J. (2006). La thèse de l'herméneutique sur l'être. *Revue de métaphysique et de morale*, 52(4), 469. <https://doi.org/10.3917/rmm.064.0469>
- Guanche Martínez, A. (2005). La enseñanza problemática de las Ciencias Naturales. *Revista Iberoamericana de Educación*, 36(6), 1-23. <https://doi.org/10.35362/rie3662785>
- Hamari, J., Koivisto, J., y Sarsa, H. (2014). Does Gamification Work? -- A Literature Review of Empirical Studies on Gamification. 2014 47th *Hawaii International Conference on System Sciences*, 3025-3034. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2014.377>
- Hernández Sampieri, R., y Fernández Collado, C. (2014). *Qatar gfflauta ssl*.
- Hertel, G., Geister, S., y Konradt, U. (2005). Managing virtual teams: A review of current empirical research. *Human Resource Management Review*, 15(1), 69-95. <https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2005.01.002>
- Huertas, J. A. (1997). *MOTIVACIÓN Querer aprender. Libro de edición de Argentina*.
- Institución Universitaria Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM), & Ramírez Serna, A. M. (2016). La investigación cualitativa y su relación con la comprensión de la subjetividad. *RHS-Revista Humanismo y Sociedad*, 4(2), 1-9. <https://doi.org/10.22209/rhs.v4n2a02>
- Johan Huizinga. (1972). *Homo Ludens*. Alianza Editorial, S. A.
- Juul, J. (2005). *Half-real. Video games between real rules and fictional worlds*.
- Kirkman, B. L., y Mathieu, J. E. (2005). The Dimensions and Antecedents of Team Virtuality. *Journal of Management*, 31(5), 700-718. <https://doi.org/10.1177/0149206305279113>
- Kuhn, T. (1971). *LA ESTRUCTURA DE LAS REVOLUCIONES CIENTÍFICAS* (primera edición). FONDO DE CULTURA ECONÓMICA.

- Lee, J. J., y Hammer, J. (2011). *Gamification in Education: What, How, Why Bother?*
- López Simó, V., y Domènech-Casal, J. (2018). Juegos y gamificación en las clases de ciencia: ¿una oportunidad para hacer mejor clase o para hacer mejor ciencia? *Revista Electrónica Ludus Scientiae*, 2(1). <https://doi.org/10.30691/relus.v2i1.1059>
- Lu, X., Welleck, S., West, P., Jiang, L., Kasai, J., Khashabi, D., Bras, R. L., Qin, L., Yu, Y., Zellers, R., Smith, N. A., y Choi, Y. (2021). *NeuroLogic A*esque Decoding: Constrained Text Generation with Lookahead Heuristics* (arXiv:2112.08726). arXiv. <http://arxiv.org/abs/2112.08726>
- Majchrzak, A., Malhotra, A., Stamps, J., y Lipnack, J. (2004). Can Absence Make a Team Grow Stronger? *Harvard Business Review*.
- Mallitasig Sangucho, A. J., y Freire Aillón, T. M. (2020). Gamificación como técnica didáctica en el aprendizaje de las Ciencias Naturales. *INNOVA Research Journal*, 5(3), 164-181. <https://doi.org/10.33890/innova.v5.n3.2020.1391>
- Mangels, J. A., Butterfield, B., Lamb, J., Good, C., y Dweck, C. S. (2006). Why do beliefs about intelligence influence learning success? A social cognitive neuroscience model. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 1(2), 75-86. <https://doi.org/10.1093/scan/nsl013>
- Marín-Díaz, V., Sampedro-Requena, B. E., y López-Pérez, M. (2020). Students' perceptions about the use the videogames in secondary education. *Education and Information Technologies*, 25(4), 3251-3273. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10122-6>
- Marshall, C., y Rossman, G. (2014). *Designing Qualitative Research* (Sage publications).
- Maslow, A. H. (1958). *A Dynamic Theory of Human Motivation*.
- Mayer, R. (2004). Should There Be a Three-Strikes Rule Against Pure Discovery Learning? *American Psychologist*, 59(1), 14-19. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.59.1.14>
- Miras, y Coll, C. (2001). Diferencias individuales y atención a la diversidad en el aprendizaje escolar. *Desarrollo psicológico y educación*, 2, 331-356.
- Mitchell, T. D., Donahue, D. M., y Young-Law, C. (2012). Service Learning as a Pedagogy of Whiteness. *Equity & Excellence in Education*, 45(4), 612-629. <https://doi.org/10.1080/10665684.2012.715534>
- Morales, J. B., Sánchez, H., y Rico, M. (2021). Aprendizaje divertido de programación con gamificación. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, 41, 17-33. <https://doi.org/10.17013/risti.41.17-33>
- Moreno Aponte, R. (2017). Hermenéutica y Ciencias Sociales: A propósito del vínculo entre la interpretación de la narración de Paul Ricoeur y el enfoque de investigación biográfico-narrativo. *Análisis*, 49(90 (En-Ju)), 205. <https://doi.org/10.15332/s0120-8454.2017.0090.09>
- Muñiz, M. (2010). *Estudios de caso en la investigación cualitativa*. 1-8.
- Muñoz-Mejía, S. A., García-Herrera, D. G., Guevara-Vizcaíno, C. F., y Erazo-Álvarez, J. C. (2020). Videojuegos como estrategia didáctica en la asignatura de Ciencias Naturales. *EPISTEME KOINONIA*, 3(1), 97. <https://doi.org/10.35381/e.k.v3i1.994>
- Novak, J. D., y Musonda, D. (1991). A Twelve-Year Longitudinal Study of Science Concept Learning. *American Educational Research Journal*, 28(1), 117-153. <https://doi.org/10.3102/00028312028001117>
- Occelli, M., Biber, P. A., Willging, P. A., y Valeiras, N. (2014). *Jugar y aprender biología celular: Una experiencia con el videojuego Kokori*. <https://doi.org/10.13140/2.1.4881.7603>
- Ocón, Galilea, R. (2017). *La gamificación en educación y su trasfondo pedagógico*. 10. <https://webs.ucm.es/BUCEM/revcul/e-learning-innova/187/art2664.pdf>
- Ortega, Quevedo, V., y Gil, Puente, C. (2019). Estudio de aplicación de modelos didácticos de Ciencias Experimentales en un proyecto Comunidad de Aprendizaje. *ReiDoCrea: Revista electrónica de investigación Docencia Creativa*. <https://doi.org/10.30827/Digibug.54716>
- Paz, M. (2003). *INVESTIGACIÓN CUALITATIVA EN EDUCACIÓN Fundamentos y Tradiciones*. 70.
- Pomar, S., González, J. M., Ibañez, F., Tello, N., Biber, P., Occelli, M., y García Romano, L. (2016). *PregunTIC: un juego digital para la enseñanza de las Ciencias Naturales en la escuela secundaria*.
- Pontes, J. (2020). *La realidad aumentada y lo lúdico en la enseñanza de la estructura celular*. 24, 14.
- Powell, A., Piccoli, G., y Ives, B. (2004). Virtual teams: A review of current literature and directions for future research. *ACM SIGMIS Database: the DATABASE for Advances in Information Systems*, 35(1), 6-36.
- Prensky, M. (2001). *Digital game-based learning*. McGraw-Hill.
- Prensky, M. (2008). *In teaching and the classroom*. 3.
- Quispe Ramos, E. R. (2020). *Didáctica en la enseñanza de la Biología Celular en estudiantes preuniversitarios*. 1(3), 20.
- Ramly, M. A. (2017). 'PROTEIN SYNTHESIS GAME': UTILIZING GAME-BASED APPROACH FOR IMPROVING COMMUNICATIVE SKILLS IN A-LEVELS BIOLOGY CLASS. 12.
- Ricoeur, P. (2000). Narratividad, fenomenología y hermenéutica. *Paul Ricoeur*.
- Rodríguez Sosa, J. (2003). *Paradigmas, enfoques y métodos en la investigación educativa*. 7(12), 23-40.
- Roni, C., y Alfie, L. (2013). ¡¿Leer, escribir y... YouTube?! *Una secuencia didáctica sobre Síntesis de Proteínas Reading, Writing and... YouTube?! A Teaching-Learning Sequence about Protein Synthesis*. 13.
- Salen, K., y Zimmerman, E. (2003). *Rules of Play: Game Design Fundamentals*. MIT press.
- Sandoval Casilimas, C. A. (2002). *Investigación cualitativa*.
- Sanmartí, N., Izquierdo, M., y García, P. (1999). *Habla y escribir una condición necesaria para aprender ciencias*. 281, 5.
- Sanmartí, Neus, y Izquierdo, M. (1997). *Reflexiones en torno a un modelo de ciencia escolar*. 32. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.12795/IE.1997.i32.05>
- Shuell, T. J. (1988). The role of the student in learning from instruction. *Contemporary Educational Psychology*, 13(3), 276-295. [https://doi.org/10.1016/0361-476X\(88\)90027-6](https://doi.org/10.1016/0361-476X(88)90027-6)

- Solbes, J. (2007). *El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: Implicaciones en su enseñanza*. 27.
- Solbes, J. (2011). ¿Por qué disminuye el alumnado de ciencias? 9.
- Squire, K. (2006). From Content to Context: Videogames as Designed Experience. *Educational Researcher*, 35(8), 19-29.
<https://doi.org/10.3102/0013189X035008019>
- Stake, R. (1999). *Investigación con estudio de casos*. Ediciones Morata.
- Steinkuehler, C., y Duncan, S. (2008). Scientific Habits of Mind in Virtual Worlds. *Journal of Science Education and Technology*, 17(6), 530-543. <https://doi.org/10.1007/s10956-008-9120-8>