

Capítulo 1

Identificación de competencias digitales en videojuegos educativos para enseñar ciencias naturales

DOI: 10.25100/peu.864.cap1

 Henry Giovany Cabrera Castillo,  Andrés Espinosa Ríos,
 Robinson Víafora-Ortiz

Resumen

En este capítulo se pretende identificar las competencias digitales de los videojuegos educativos aplicados en la enseñanza de las ciencias. Para lograr lo anterior se llevó a cabo una metodología cualitativa que permitiera comprender y estudiar una muestra de 28 videojuegos educativos del *Science Game Center*, que fueron seleccionados por su utilidad en la enseñanza de ciencias. Los resultados permitieron caracterizar los videojuegos (tipo, modalidad, campo disciplinar, contenido conceptual) y las competencias digitales que se fomentan. Los videojuegos analizados se centran en aspectos disciplinares y de contenido conceptual, con interacciones lineales e individuales, lo que identifica deficiencias pedagógicas necesarias para desarrollar actividades adicionales y de apoyo al docente para desarrollar competencias digitales avanzadas. Otro aporte que se realiza es involucrar expertos en educación en el diseño de los videojuegos, fortalecer la integración inter e intradisciplinar, y promover el juego colaborativo y cooperativo, junto con el acompañamiento docente.

Palabras clave: competencias digitales, videojuegos educativos, enseñanza de las ciencias.

Abstrac

This chapter aims to identify the digital competencies of educational video games applied in science education. To achieve this, a qualitative methodology was used to understand and study a sample of 28 educational video games from the Science Game Center, which were selected for their usefulness in science teaching. The results allowed us to characterize the video games (type, modality, disciplinary field, conceptual content) and the digital competencies that are promoted. The video games analyzed focus on disciplinary aspects and conceptual content, with linear and individual interactions, which identifies pedagogical deficiencies necessary to develop additional activities and support for teachers to develop advanced digital competencies. Another contribution made is to involve education experts in the design of video games, strengthen inter- and intra-disciplinary integration, and promote collaborative and cooperative play, along with teacher support.

Keywords: digital skills, educational video games, science teaching.

Introducción

Lograr una educación que le permita a los ciudadanos tener la posibilidad de participar plenamente en su sociedad es un desafío para los educadores y el sistema educativo (Spires, 2008). Entre estas exigencias se resalta la necesidad de adquirir las competencias digitales necesarias para desenvolverse eficientemente en la sociedad del conocimiento y disminuir gradualmente la brecha digital (van Dijk y van Deursen, 2014). Es necesario que a partir de las nuevas maneras de visualizar y de vivir en la sociedad se considere el acceso y uso que se da a las tecnologías digitales, consideradas como herramientas que permitan relacionarse con el entorno social, asociadas a las habilidades de comunicación, representación de fenómenos y conceptos.

Livingstone (2012) realiza una reflexión frente a los beneficios que pueden brindar las TIC en el campo educativo de tal manera que no se dé por hecho el beneficio que puedan brindar en dicho campo. En relación al llamado de Livingstone, se puede afirmar que las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) no son la solución a los problemas educativos, pero según autores como Alarcón *et al.* (2013) y Marqués Graells (2013) se debe reconocer la posibilidad de abordarlas como innovación educativa para generar cambios en las condiciones y dinámicas del proceso educativo que pueden determinarse para cumplir algunas de las nuevas exigencias de la educación promoviendo un rol más activo frente a los problemas educativos.

Considerando estos aspectos y la relevancia social y cultural que las TIC tienen para los estudiantes, en el campo de la investigación educativa se ha estudiado e investigado la efectividad y pertinencia de su vinculación al proceso educativo a través de líneas emergentes como: la gamificación, (Kapp, 2012) el aprendizaje ubicuo (Cope y Kalantzis, 2010), la realidad aumentada (Wu *et al.*, 2013), aprendizaje móvil (Santiago *et al.*, 2015). Cabe mencionar que estas líneas vislumbran la posibilidad de hacer uso de los videojuegos educativos (juegos serios) (Michael y Chen, 2006; Shi y Shih, 2015) como una herramienta pedagógica en diferentes niveles de formación

que le permiten al docente-diseñador crear entornos de aprendizaje que simulen problemas sobre contextos reales con el objetivo que los estudiantes interactúen en ellos explorando y ensayando múltiples soluciones a dichos problemas sin temor al error. Lo anterior se realiza de manera voluntaria aceptando un conjunto de reglas motivados por un sistema de estímulos que los lleva a descubrir la información y a la construcción de los conocimientos, desarrollo de habilidades y valores de manera lúdica (Huizinga, 1972).

En el caso especial de los videojuegos se han desarrollado numerosas investigaciones que intentan profundizar los estudios sobre su valor pedagógico en la construcción de conocimientos, habilidades y competencias de diversos tipos, en muchos casos para desvirtuar concepciones negativas sobre estos que proponen su carácter adictivo, promoción de conductas de aislamiento social, depresión, sedentarismo y tendencias violentas en sus usuarios (Ferguson, 2007; Granic *et al.*, 2014; Squire, 2003).

Fromme (2003) plantea que las concepciones tradicionales sobre el uso de videojuegos podrían estar equivocadas. Aunque un gran porcentaje de niños prefiere los videojuegos como actividad de ocio, esta preferencia suele ir acompañada de otras dinámicas recreativas y educativas. Desde la orientación crítica de padres y docentes, se puede reconocer lo pedagógico a partir de la disponibilidad de recursos y retos que fomentan el desarrollo de habilidades cognitivas, sociales y físicas en los niños. Esto es especialmente relevante en el contexto social y cultural de los niños. La premisa fundamental del uso de videojuegos en la educación es que las personas aprenden mejor cuando participan en juegos de computadora, que pueden involucrar el pensamiento del jugador en la resolución de problemas en un contexto significativo y en un entorno multimodal facilita el aprendizaje de forma situada y distribuida. El videojuego puede proporcionar al usuario todos los recursos necesarios para aprender un dominio específico, y gracias a la motivación y compromiso que genera el juego, el aprendizaje se vuelve más efectivo. Con el apoyo adecuado, los videojuegos pueden ser herramientas poderosas para el desarrollo integral de los niños. Lo anterior tiene una mayor importancia cuando se intenta construir

conocimientos como los científicos por su naturaleza abstracta y compleja que requieren un mejor proceso de andamiaje y contextualización (Barab *et al.*, 2009).

Según lo presentado, el objetivo de este artículo de investigación pretende responder el interrogante: ¿Qué competencias digitales (CD) se pueden identificar en videojuegos educativos (VE) para la enseñanza de las ciencias? Abordar lo anterior implica construir un marco teórico que proporcione una visión de las competencias digitales en el campo de la enseñanza de las ciencias y en el contexto específico de los videojuegos educativos.

Marco teórico

Para este apartado tendremos en cuenta los aspectos teóricos que previamente fueron publicados en Cabrera *et al.* (2022). En dicha publicación conceptualizamos los videojuegos educativos, realizamos una clasificación de los videojuegos educativos, teorizamos sobre las competencias digitales y su clasificación, en este sentido, presentaremos las principales ideas que conforman dichos términos.

Los videojuegos educativos

Baranowski *et al.* (2008) plantean que los videojuegos serios son considerados como un tipo de videojuegos que presentan dos objetivos, la diversión y la seriedad, pero están direccionados a generar cambios en las actitudes, creencias, percepciones de riesgo, conocimiento o habilidades que pueden cambiar en gran medida el comportamiento del jugador. En estos se incluyen los videojuegos educativos (VE), considerados como una tipología cuyo objetivo es «usar las ventajas de los videojuegos, pero su objetivo fundamental no es el entretenimiento sino el aprendizaje» (Gros-Salvat, 2009). Ivory (2001) resalta la capacidad de representar temas serios por parte de estos videojuegos, lo que los ha consolidado en una necesidad imperiosa de investigación por los efectos que dichas representaciones pueden causar en los jugadores.

Barab *et al.* (2005) plantean que un ejercicio que se debe realizar es cambiar la concepción que se tiene de los videojuegos, pues en muchas ocasiones se establecen los videojuegos como diversión y se piensa el aprendizaje como trabajo, lo cual es

erróneo. Ellos plantean que a partir de los videojuegos se pueden lograr aprendizajes profundos, así mismo, manifiestan que el diseño de videojuegos implica modelar interacciones humanas con y dentro de entornos virtuales complejos donde están inmersos los procesos de aprendizaje como elemento fundamental en las interacciones, y su estudio permite comprender el aprendizaje profundo.

La introducción de los videojuegos educativos (VE) ha sido gradual, debido a que no requiere conocimientos detallados del equipo (computadoras, consolas, etc.), solamente es conectar y jugar.

Pero los resultados y su incursión en el campo educativo van más allá de lo mencionado, se debe en gran medida a los enfoques que han permitido integrar la vida de los niños y los jóvenes en el videojuego (Livingstone y Bovill, 2001). En este contexto, los videojuegos educativos (VE) son programas digitales interactivos transformados en actividades atractivas y desafiantes, incentivando a la participación voluntaria del estudiante, a partir de una serie de normas en un tiempo y espacio definidos, para facilitar el aprendizaje divertido.

Barab *et al.* (2004) plantean que los videojuegos se convertirán en una nueva pedagogía para el siglo XXI, en la medida en que pueden transformar el simple hecho de la memorización por la comprensión de los conceptos, convirtiéndolos en significativos y transformadores además de poseer el potencial de incidir en las mentes de forma individual y grupal.

Según López (2016) y Marcano (2008) (citado por Chipia Lobo, 2014), un videojuego educativo debe contener cuatro características: (1) Los objetivos de su diseño (debe tener en cuenta los entornos de aprendizaje para que los escenarios prácticos estén asociados a problemas reales buscando con ello la comprensión de procesos complejos y el desarrollo de habilidades). (2) Particularidades de la realidad que personifiquen el problema de interés (el estudiante jugador al interactuar con este recurso debe asumir un rol dentro de la historia del videojuego). (3) Componente lúdico (el estudiante jugador podrá tomar decisiones de manera amena, agradable y sin miedo a equivocarse). (4) Los contenidos (la selección de estos sirve para contrarrestar alguna idea, que conlleven a diferentes maneras de cooperación y rivalidad, además de la resolución de

conflictos entre equipos, lo cual exige entender los elementos esenciales del modelo).

Los videojuegos educativos (VE) tienen como eje las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) que les facilita generar ambientes que pueden enriquecer la enseñanza y el aprendizaje. Estos entornos facilitan la construcción y apropiación de conocimientos, el desarrollo de competencias y habilidades. Además de lo anterior, los VE fomentan la capacidad de planificación y la elaboración de estrategias, convirtiéndose así en herramientas valiosas para el aprendizaje. Los videojuegos educativos son muy variados en muchos aspectos, lo que ha llevado a muchas clasificaciones. A continuación, se presentan algunas de estas.

Clasificación del videojuego educativo

De las diversas clasificaciones existentes sobre los VE (Silva y Torres, 2007; Kickmeier-Rust, 2009), en este capítulo asumimos la planteada por O'Brien *et al.* (2010). La clasificación se distingue porque la mayoría de los juegos de manera clara coinciden con un género particular. Muchos juegos de una categoría específica pueden incorporar características de otros géneros, los juegos de géneros superiores suelen incluir con mayor frecuencia las características de los géneros inferiores por su mayor complejidad. Las cuatro categorías que la conforman son:

1. Juegos lineales: entendidos porque emplean la lógica lineal, resaltando que pueden presentar altos niveles de complejidad, y para tener éxito se basan en la secuencialidad. Estos juegos requieren solo conocimiento de información y resolución de problemas bien estructurada, por lo que la mayor parte de su valor en educación es la exposición al contenido, sin embargo, este tipo de interacción de contenido recuerda al aprendizaje tradicional de ejercicios y prácticas. Desde una perspectiva basada en el juego, a menudo se trata de juegos de rompecabezas, juegos de disparos, el enormemente popular *Tetris*, donde la atención se centra en la lógica del problema y no en la experiencia de juego.
2. Juegos competitivos: como su nombre lo indica, incluye a otros jugadores que también están jugando el mismo juego de manera competitiva o colaborativa. Un jugador puede ser controlado

por un usuario, un dispositivo o una combinación de ambos. Dichos jugadores se conocen como bots, abreviatura de «robots», a los cuales se les puede ajustar los niveles de habilidad y así acomodar la dificultad del juego. Este género incluye juegos que simulan deportes del mundo real, versiones competitivas de los juegos de disparos en primera persona descritos anteriormente, y su antepasado *Pong*.

3. Juegos de estrategia: se caracterizan por el sistema complejo que representan, el cual suele personificar una ciudad, país, empresa u otra organización. El aspecto estratégico de estos juegos está en la gestión de recursos, la relación costo-beneficio, el retorno de las inversiones y la planificación militar, anticipando las mismas estrategias para cualquier jugador contrario. En este género, los jugadores aprenden conocimiento de contenido específico y comienzan a aplicar ese conocimiento a la resolución de problemas complejos en un contexto auténtico. Por ejemplo, consideramos un juego en el que el jugador asume el papel de un líder nacional encargado de gobernar un país. En este escenario, el jugador se involucra en la construcción de una fuerza militar para proteger a la población y defenderse contra posibles invasiones de países vecinos. Mientras tanto, otros jugadores o bots controlan estos países vecinos, lo que convierte en crucial la profunda comprensión de los oponentes para anticipar sus acciones y reacciones. En este contexto, la estrategia se convierte en un elemento fundamental para el éxito en el juego.
4. Juegos de rol: los usuarios comienzan a crear personajes a los que pueden dotar de habilidades específicas. Cada personaje tiene un puntaje o porcentaje que indica su nivel de habilidad, y durante la etapa de creación, los jugadores disponen de una cantidad limitada de puntos para distribuir entre diversas habilidades. Aumentar una habilidad generalmente implica reducir otra. Los jugadores tienen la opción de desarrollar más de un personaje y cambiar roles según lo requiera la situación del juego. En este tipo de juegos la comunicación constante entre los jugadores es fundamental. Se utilizan mensajes de texto, chat de voz, correo electrónico y foros de discusión para administrar grupos, llevar a

cabo acciones directas y planificar estrategias. Los participantes colaboran voluntariamente en la resolución de problemas altamente colaborativos y poco estructurados, lo que fomenta una experiencia de juego rica y compleja.

Competencias digitales (CD) en el contexto educativo

Con la creciente importancia de las competencias digitales (CD) en el ámbito educativo se han desarrollado diversos marcos de referencia internacionales. Algunos ejemplos de estos marcos incluyen el Marco de Competencias TIC para docentes de la Unesco, el Marco Europeo para la Competencia Digital (DigComp) de la Comisión Europea, el Marco Común de Competencia Digital Docente de España, el Estándar para Educadores de la Sociedad Internacional para la Tecnología en la Educación de los Estados Unidos y las Competencias TIC para el Desarrollo Profesional Docente de Colombia. Sin embargo, en el contexto de esta investigación, se optó por delimitar el marco de referencia siguiendo las pautas establecidas por el DigComp de la Comisión Europea.

A las CD las conceptualizamos como las actitudes, acciones (uso creativo, crítico y seguro), conocimientos y procesos que realizan las personas en el momento de administrar el tiempo frente a la pantalla, determinar la privacidad de los usuarios, establecer criterios éticos en el manejo de la información, establecer mecanismos de seguridad cibernética, resolver problemas de comunicación en un ambiente digital y los asociados a la búsqueda, evaluación y síntesis de la información (Alarcón *et al.*, 2013; Park y Jang, 2016).

Clasificación de competencias digitales

La Comisión Europea ha desarrollado el Marco Europeo de Competencias Digitales para la Ciudadanía (DigComp), en ella se establecen cinco áreas de competencias digitales, las cuales son fundamentadas según las necesidades de los educadores: comunicación y colaboración, diseño de contenido digital, información y alfabetización, seguridad y resolución de problemas (Ferrari, 2013; Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación de Profesorado [INTEF], 2017; Redecker, 2017; Vuorikari *et al.*, 2016). La elaboración de con-

tenidos digitales sigue un enfoque lineal, pero las áreas de comunicación y colaboración, información y alfabetización informacional y las de resolución de problemas y seguridad son más transversales. En total, estas áreas abarcan 22 competencias digitales.

Área 1 (Información y alfabetización informacional): consiste en buscar información y se refiere al proceso mediado por la formulación de pistas, para lo que es fundamental determinar palabras que guían al usuario cuando accede a las etapas de la Web (Coiro y Dobler, 2007; Guinee *et al.*, 2003; Leu *et al.*, 2004). En otras palabras, el objetivo es ubicar, recuperar, organizar, almacenar y analizar información digital, así como evaluar su relevancia y propósito. Según el INTEF (2017), las competencias digitales (CD) que engloba este proceso son:

- a) Esta etapa del proceso abarca la navegación, búsqueda y filtrado de información, datos y contenido digital. Esto implica expresar de manera organizada la información, los datos y el contenido en la red, además de buscar información pertinente, escoger recursos, buscar diversas fuentes de información y desarrollar habilidades personales de gestión de contenido.
- b) Valoración de información, datos y contenido digital: en esta fase se trata de evaluar información, datos y contenido digital de manera crítica. Esto implica reunir, procesar, comprender y evaluar la información, así como analizar de forma crítica los recursos de información y contenido digital.
- c) Almacenamiento y recuperación de información, recursos de información y contenido digital: se enfoca en el almacenamiento y recuperación de información, datos y contenido digital. Lo anterior implica organizar, gestionar y almacenar estos recursos de manera que faciliten su posterior recuperación. (pp. 11-12)

Área 2 (Comunicación y colaboración): se promueve el debate a partir de las experiencias individuales y grupales de los estudiantes. Según el INTEF (2017), las competencias digitales incluidas en esta área son:

- a) «Interaccionar por medio de diversos dispositivos y aplicaciones digitales, entender cómo se

distribuye, presenta y gestiona la comunicación digital, comprender el uso adecuado de las distintas formas de comunicación a través de medios digitales, contemplar diferentes formatos de comunicación, adaptar estrategias y modos de comunicación a destinatarios específicos» (p. 13).

- b) «Compartir a través de las tecnologías digitales la ubicación de la información y contenidos encontrados, estar dispuesto y ser capaz de compartir conocimiento, contenidos y recursos, actuar como intermediario/a, ser proactivo/a en la difusión de noticias, contenidos y recursos, conocer las prácticas de citación y referencias e integrar nueva información en el conjunto de conocimientos existentes» (p. 14).
- c) «Participación ciudadana en línea: implicarse con la sociedad mediante la participación en línea, buscar oportunidades tecnológicas para el empoderamiento y el auto-desarrollo en cuanto a las tecnologías y a los entornos digitales, ser consciente del poder de la tecnología en la participación ciudadana» (p. 15).
- d) «Colaboración mediante canales digitales: utilizar tecnologías y medios para el trabajo en equipo, para los procesos colaborativos y para la creación y construcción común de recursos, conocimientos y contenidos» (p. 50).
- e) «Gestión de la identidad digital: crear, adaptar y gestionar una o varias identidades digitales, ser capaz de proteger la propia reputación digital y de gestionar los datos generados a través de las diversas cuentas y aplicaciones utilizadas» (p. 34).

Área 3 (Creación de contenido digital): los estudiantes adquieren habilidades para observar, escuchar, comunicar (leer, escribir) a partir de la tecnología. Entonces, se pretende fomentar competencias que les permitan entender e interpretar los distintos lenguajes durante la navegación, la retroalimentación, las interacciones comunicativas y las intenciones subyacentes. Según el INTEF (2017), las competencias digitales incluidas en esta área son:

- a) «Desarrollo de contenidos digitales: crear contenidos en diferentes formatos, incluyendo contenidos multimedia, editar y mejorar el contenido

de creación propia o ajena, expresarse creativamente a través de los medios digitales y de las tecnologías» (p. 35).

- b) «Integración y reelaboración de contenidos digitales: modificar, perfeccionar y combinar los recursos existentes para crear contenido y conocimiento nuevo, original y relevante» (p. 36).
- c) «Derechos de autor y licencias: entender la manera de aplicar los derechos de autor y las licencias a la información y a los contenidos digitales» (p. 19).

Área 4 (Seguridad): hace énfasis en la previsión y la precaución que deben tener las personas, ya sean estudiantes o docentes, al utilizar dispositivos, acceder a contenidos digitales, y, sobre todo, al reconocer los riesgos asociados al uso de herramientas en línea. La CD que engloba esta área es: «Protección de datos personales e identidad digital: Entender los términos habituales de uso de los programas y servicios digitales, proteger activamente los datos personales, respetar la privacidad de los demás, protegerse a sí mismo de amenazas, fraudes y ciberacoso» (INTEF, 2017, p. 39).

Área 5 (Resolución de problemas): se promueve la comunicación entre los estudiantes, lo que espera que contribuya al desarrollo del pensamiento crítico. Aquí, se ubica en contexto las diversas formas de conocimiento y comunicación que permiten abordar y solucionar situaciones específicas. Esto incluye la capacidad de criticar y autocriticarse. Lo anterior implica tomar decisiones para seleccionar la herramienta digital adecuada para un propósito específico, resolver problemas técnicos y conceptuales, y utilizar creativamente la tecnología. De acuerdo con el INTEF (2017), la competencia digital que la integra es: «Resolución de problemas técnicos: identificar posibles problemas técnicos y resolverlos (desde la solución de problemas básicos hasta la solución de problemas más complejos)» (p. 42).

Metodología

La Figura 1 presenta los diferentes momentos que se desarrollaron en la investigación.

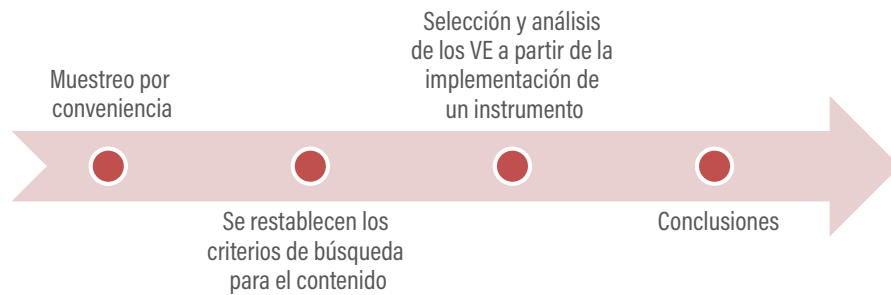


Figura 1. Procedimiento de la investigación

En esta investigación se adoptó un enfoque metodológico cualitativo de tipo exploratorio descriptivo, siguiendo la metodología propuesta por Flick en 2004. Se aplicó un muestreo por conveniencia según las pautas de Sandoval en 2002. El diseño del estudio se estructuró en dos etapas. En la primera etapa se determinan criterios de búsqueda específicos para el contenido (Ciencias Naturales en general, incluyendo Biología, Química, Física y Educación Ambiental), plataformas (Web, Android, iOS, Windows, Mac y Linus), nivel educativo (escuela: primaria, escuela intermedia, escuela secundaria y universidad) y desarrolladores (académicos, profesionales y comunidad de código abierto).

Se decidió realizar una revisión de los videojuegos educativos que se encuentran en el repositorio del *Science Game Center* (<https://www.sciencegamecenter.org>). Este repositorio se destaca por su capacidad para recopilar y compartir información acerca de las ventajas y desventajas de diversas formas de videojuegos utilizados en la educación en ciencias y matemáticas. Además, proporciona consejos sobre cómo aprovechar al máximo estos recursos en el ámbito educativo. El *Science Game Center* no solo está dirigido a la comunidad en general, sino también a investigadores educativos y científicos, lo que lo convierte en una valiosa fuente de información y recursos para este estudio. Después del proceso anterior obtuvimos veintiocho (28) VE que fueron el insumo para realizar el respectivo análisis (Tabla 1). En la segunda etapa se toman los VE que fueron escogidos con el fin de determinar la forma como estos promueven las CD.

El análisis se realiza a partir de la implementación de un formulario Google compilado por el equipo investigador. Para ello se tuvieron en cuenta

los aportes de estudios previos como los de Murillo y Riascos (2011), Aponte y Lárez (2014) y Domínguez (2017) y estuvo estructurado por dos aspectos: en primer instancia la identificación del videojuego que incluye características como tipo de videojuego: (lineal, competitivo, de rol o de estrategia); modalidad del VE (un jugador, cooperativo o multijugador); campo disciplinar de acción (biología, química o física), y contenido conceptual de referencia y en segunda instancia las competencias digitales que pueden ser promovidas en los videojuegos educativos (VE).

Resultados y análisis

El proceso investigativo permitió determinar las CD desarrolladas en los VE, para esto se realizó una revisión por parte de expertos y se complementó con un pilotaje con el propósito de delimitar aquellas CD que se adaptan al análisis de estos recursos. Las CD obtenidas fueron:

- Navegación, búsqueda y filtrado de información, datos y contenido digital (CD01).
- Evaluación de información, datos y contenido digital (CD02).
- Almacenamiento y recuperación de información, datos y contenido digital (CD03).
- Interacción mediante tecnologías digitales (CD04).
- Compartir información y contenidos (CD05).
- Colaboración mediante canales digitales (CD06).
- Gestión de la identidad digital (CD07).
- Derechos de autor y licencias (CD08).
- Protección de datos personales e identidad digital (CD09).
- Resolución de problemas técnicos (CD10).

Se presentan y describen lo relacionado a la identificación de los hallazgos y las CD identificadas.

Identificación

En la Tabla 1 se pueden identificar cuatro tipos de videojuegos, siendo el primero de ellos los videojuegos lineales (20). Tienen una lógica fija en la secuencialidad de cada paso. Además, estos juegos necesitan el desarrollo de la motricidad fina y el conocimiento en el campo disciplinario. Un ejemplo de este tipo de videojuego es *Salarium*, desarrollado por Sunfleck Software. En este juego, la narrativa implica explorar y conocer las diversas plantas de la Tierra y el entorno en el que habitan. Para lograrlo, el usuario deberá dar solución a diferentes actividades que ponen a prueba sus habilidades, obtener puntos, alcanzar los objetivos y tratar de elaborar un jardín personalizado.

Los videojuegos educativos competitivos (2), al igual que los mencionados anteriormente, requieren

que los jugadores desarrollen habilidades motrices finas y apliquen una lógica lineal para resolver los problemas planteados en el juego. Estos juegos pueden variar mucho por sus características estéticas y cómo los jugadores interactúan en ellos. En este tipo de videojuegos, un jugador puede ser controlado por un ser humano o por la computadora, o incluso una combinación de ambos. Estos jugadores controlados por la computadora suelen ser conocidos como «bots», abreviatura de robots.

Un ejemplo destacado de este tipo de videojuego es *Phylo: The DNA Puzzle Game*, desarrollado por la Universidad de McGill. En este juego, los jugadores se involucran en la resolución de tareas relacionadas con la alineación de secuencias múltiples de genomas de especies. El juego implica identificar genes y comprender las secuencias de ADN, lo que a su vez ayuda a descifrar la estructura de genes asociados con enfermedades.

Tabla 1. Identificación de los videojuegos educativos seleccionados

Nombre del VE	Tipo de videojuego	Modalidad del VE	Campo disciplinar	Contenido conceptual
Phys 1	Lineal	Un jugador	Física	Cinemática: desplazamiento, tiempo, velocidad y aceleración
CD4 Hunter	Lineal	Un jugador	Biología	VIH-1, células CD4+T
Aquation	De estrategia	Un jugador	Biología	Ahorro y manejo del agua a nivel mundial
Rola Hormona	Lineal	Un jugador	Biología	Sistema endocrino y hormonas
The Blood Typing Game	De rol	Un jugador	Biología	Tipografía de la sangre humana
Wired	De estrategia	Un jugador	Física	Electricidad y circuitos
Phys 2	Lineal	Un jugador	Física	Dinámica: diagramas de cuerpo libre, creación de ecuaciones de fuerza neta, resolución de incógnitas. Segunda ley de Newton, gravedad, fuerza normal, fricción, ángulos
Bond Breaker 2	Lineal	Un jugador	Química	Química a nano escala, electromagnetismo, láser, hidrógeno, átomos, moléculas
Defense Immune	De estrategia	Un jugador	Biología	Células, fagocitos, patógenos, bacterias, virus, parásitos, células T, células B, glóbulos blancos, proteínas
Mycocosm	Lineal	Un jugador	Biología	Simbiosis entre plantas y microbios del suelo, defensa contra patógenos de raíces y almacenamiento y recolección de recursos vegetales
Cell to singularity	Lineal	Un jugador	Biología	Biología, evolución, historia, desarrollo tecnológico
Solarium	Lineal	Un jugador	Biología	Biología, botánica, historia, plantas

Continúa

Nombre del VE	Tipo de videojuego	Modalidad del VE	Campo disciplinar	Contenido conceptual
EteRNA	Lineal	Un jugador	Biología	Secuencias de ARN, bases nitrogenadas, nucleótidos, síntesis estructurales de moléculas, propiedades en general del ARN
Forgotten Island	Lineal	Un jugador	Biología	Morfología de los animales, electricidad, sistemas mecánicos
Knowledge Mine beta	Lineal	Un jugador	Biología	Conceptos de bioquímica, biología celular y molecular, diversidad de la vida, invertebrados, plantas
Phylo The DNA Puzzle Game	Competitivo	Un jugador	Biología	Comparación de secuencias de ADN, genómica, enfermedades asociadas a genes, alineación de secuencias múltiples, estructura del ADN
Cell Defense: The Plasma Membrane	Lineal	Un jugador	Biología	Membrana plasmática, transporte activo y pasivo, proteínas de la membrana, funciones de las proteínas y la membrana, sustancias que transporta
Offset	Lineal	Un jugador	Biología	Cambio climático, ecología, desarrollo tecnológico
Wild Weather Adventure	Lineal	Multijugador	Física	Climatología, meteorología
Mission to Planet Earth	Competitivo	Un jugador	Biología	Ecología, misiones espaciales
Synmod	Lineal	Un jugador	Biología	Biología sintética, antibióticos, resistencia a los medicamentos, bacterias, aminoácidos
Extreme Event	De rol	Cooperativo	Biología	Geología, historia, ciencia
Possible Worlds	De rol	Un jugador	Biología	Biodiversidad, biología, química, genética, física, ciencia
NanoBuzz online puzzle games	Lineal	Un jugador	Química	Nanotecnología, filtrado de agua
Quarked! Adventures in the Subatomic Universe	Lineal	Un jugador	Física	Mundo macroscópico, submicroscópico
Profit Seed	Lineal	Un jugador	Biología	Genética, biología, OGM
Voyager: Grand Tour	Lineal	Un jugador	Física	Movimiento planetario, sistema solar, ciencia de cohetes, trayectoria, impulso
Code Fred: Survival Mode	Lineal	Un jugador	Biología	Procesos fisiológicos del cuerpo humano

En los videojuegos educativos de rol (3), los jugadores tienen la oportunidad de crear personajes con habilidades específicas. Durante el juego, estos personajes tendrán más éxito en situaciones que requerirán el uso de sus habilidades de mayor nivel, lo que les permitirá superar diversos desafíos y avanzar en el juego. Un ejemplo ilustrativo de este tipo de videojuego es *The Blood Typing Game*, desarrollado por Lina Göransson, Mirek Labedzki y Karin Svanholm. En este juego, se plantea la pregunta crucial: ¿Qué sucede si una persona recibe una transfusión

de sangre con el tipo incorrecto? Para responder a esta pregunta, los jugadores deben intentar salvar la vida del paciente y, al mismo tiempo, aprender sobre los diferentes tipos de sangre humana.

Los videojuegos educativos de estrategia (3) se consideran juegos complejos que se centran en el uso de una información particular para solucionar problemas. Estos juegos implican el desarrollo de la motricidad fina y a menudo se juegan con unas condiciones iniciales preestablecidas de forma aleatoria. Un ejemplo destacado es *Immune Defense*,

desarrollado por *Molecular Jig Defense*. En este juego, que aborda el tema de la inmunología molecular, los jugadores utilizan diferentes tipos de glóbulos blancos para luchar contra agentes extraños reales.

En cuanto a la modalidad de los videojuegos educativos (VE), se identificó que 26 de ellos están diseñados para un solo jugador. Por ejemplo, *Voyager: Grand Tour*, desarrollado por *Rumor Games*, es un rompecabezas de física inspirado en una de las misiones científicas más exitosas de la historia humana. Permite a los jugadores experimentar este legado combinando gráficos 3D detallados y ciencia de cohetes realistas con controles casuales y un diseño accesible.

En cambio, la otra modalidad encontrada fue la de multijugador, donde se permite la participación de dos o más jugadores simultáneamente. En este caso, se destaca el juego *Wild Weather Adventure*, desarrollado por la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica. En este juego, los jugadores responden preguntas sobre el clima mientras viajan alrededor del mundo en un dirigible de investigación. Los jugadores tienen la opción de competir contra amigos (hasta un máximo de cuatro jugadores) o jugar contra la computadora, lo que fomenta la interacción social y el aprendizaje colaborativo.

En el caso del VE cooperativo, los jugadores trabajan en equipo para alcanzar un objetivo, por ejemplo, en *Extreme Event* desarrollado por el Museo de Ciencias de Koshland de la Academia Nacional de Ciencias los jugadores deben trabajar juntos para tomar decisiones y resolver problemas durante una simulación de desastres atractiva y acelerada, permite el desarrollo de conocimiento en conceptos de STEM y resiliencia ante desastres, así como habilidades tales como pensamiento crítico, construcción de coaliciones y adaptación al cambio y requiere mínimo de seis jugadores para empezar la partida. De acuerdo con lo anterior, es importante destacar lo que plantea Froome (2003) cuando dice que los videojuegos, aunque son recursos importantes para pasar el tiempo y llenar de alguna manera las partes vacías del día, también pueden integrarse en las actividades sociales y culturales de los niños, niñas, jóvenes y adultos.

En resumen, los videojuegos educativos diseñados para los campos disciplinares de biología, química y física cubren una amplia variedad de

contenidos conceptuales. Estos contenidos incluyen temas como cinemática, sistema endocrino, tipología de la sangre humana, electricidad, circuitos, dinámica, átomos, moléculas, células, simbiosis, evolución, plantas, morfología de los animales, genómica, membrana plasmática, climatología, nanotecnología, movimiento planetario y procesos fisiológicos del cuerpo humano. En el campo de la biología, se identifican 20 videojuegos educativos. Un ejemplo es *Rola Hormona*, desarrollado por Ari Kleinberg, que se centra en ayudar a las hormonas a llegar a sus destinos para mantener el cuerpo en equilibrio. Sin embargo, cabe mencionar que en este juego en particular no existe una relación clara entre el entorno del juego y el proceso real del recorrido de la hormona, lo que puede afectar la coherencia educativa del juego.

En el campo de la física, se identifican seis videojuegos educativos. Uno de los destacados es *Quaerked*, desarrollado por la Universidad de Kansas. Este proyecto está diseñado para aprender sobre el mundo subatómico y se caracteriza por su enfoque en la física cuántica. El juego presenta diferentes personajes y una ambientación que se desarrolla en un mundo que alterna entre los niveles macroscópicos y submicroscópicos. En *Quaerked*, los personajes representan partículas subatómicas en el mundo cuántico y tienen contrapartes humanas en el mundo real. El juego incluye varios minijuegos que complementan la experiencia de aprendizaje.

En el campo de la química, se identifican dos videojuegos educativos. Uno de ellos es *NanoBuzz*, desarrollado por la Red Nacional de Educación STEM de Información. En este juego, los jugadores se enfrentan al desafío de recolectar pequeñas gotas de agua con un nanofiltro utilizando movimientos del ratón en dirección horizontal y vertical. El objetivo es alcanzar un nivel específico de agua, y la cantidad de gotas de agua recogidas determinará el puntaje obtenido por el jugador.

Gee (2003) manifiesta que para generar un aprendizaje en los estudiantes a partir de los videojuegos educativos diseñados para los campos disciplinares es necesario la motivación que estos generen a partir de los desafíos y los contextos en los cuales se desarrollan.

Competencias digitales que desarrolla el VE

En el contexto de este proyecto de investigación este apartado resultó fundamental ya que permitió identificar las competencias digitales (CD) promovidas en los videojuegos educativos (VE) analizados. Basándonos en los datos de la Figura 2, podemos establecer una jerarquía de mayor a menor en cuanto a la promoción de las CD. En primer lugar, *Bond Breaker 2.0*, desarrollado por Andy Hall, es el VE que promueve la totalidad de las CD. Este recurso sumerge al jugador en el mundo de lo extremadamente pequeño, donde debe manipular protones, moléculas, luz láser y más para resolver niveles desafiantes. Es importante destacar que este videojuego es adecuado para su uso en todos los niveles educativos, no requiere conocimientos previos significativos, es de fácil utilización y su disponibilidad en varias plataformas lo convierte en una excelente elección para su implementación en él.

En segundo lugar, encontramos los videojuegos educativos que incluyen entre siete y seis competencias digitales (CD): *EteRNA*, *Phylo the DNA puzzle game*, *Voyager* y *Cell to Singularity*. Esta información es muy importante para nosotros como profesores, ya que buscamos recursos para diseñar propuestas de enseñanza que ayuden a los estudiantes a desarrollar y fortalecer sus competencias digitales.

Estos juegos también son valiosos para compartir y evaluar información en un contexto educativo. Por ejemplo, *EteRNA*, desarrollado por Carnegie Mellon-Adrien Treuille y Stanford University-Rhiju Das, es un rompecabezas en el que los jugadores realizan actividades de laboratorio, participan en proyectos colaborativos, diseñan estrategias y reciben apoyo de la comunidad. La narrativa del videojuego es muy realista, ya que los aportes de los usuarios se utilizan en investigaciones que resuelven problemas del mundo real, como la síntesis de moléculas y contribuciones a nuevas tecnologías de edición genética.

A pesar de que la jugabilidad puede volverse algo mecánico en ciertos momentos, las implicaciones educativas de este videojuego son significativas. Permite que los usuarios aprendan de manera más fácil e interesante, y la posibilidad de tener canales de chat y conexiones con investigaciones reales facilitan el flujo de información, análisis y búsqueda, llevando a los usuarios a participar en contextos formales de investigación del mundo real.

Cell to Singularity, desarrollado por Computer Lunch, es un videojuego en el que el jugador comienza como un organismo celular único y avanza a través de la evolución, mejorando su biología, intelecto y tecnología con el objetivo de eventualmente abarcar un planeta completo con una sociedad en el límite de la singularidad tecnológica. Además de

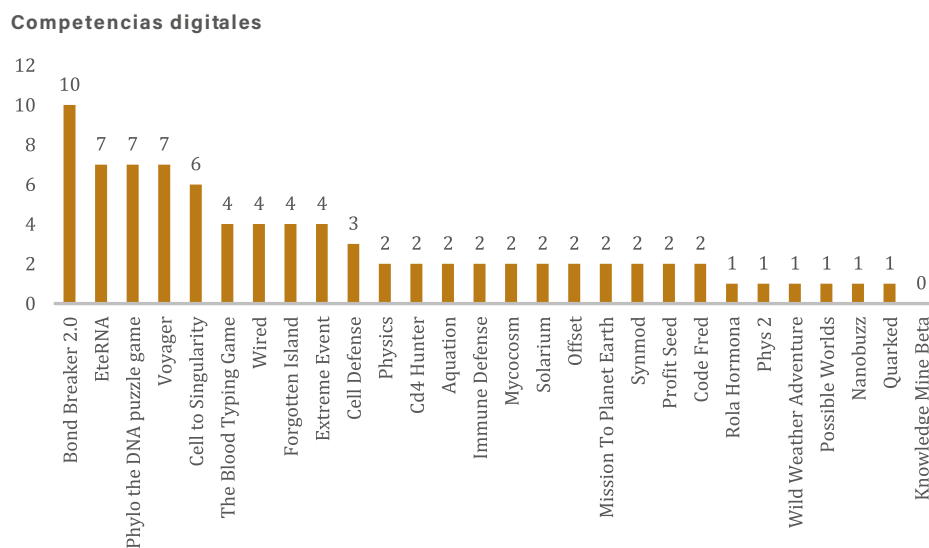


Figura 2. Presencia y ausencia de las competencias digitales en los videojuegos educativos

su enfoque en la evolución, este VE destaca por su promoción de competencias digitales (CD) a través de varios elementos.

El juego proporciona a los jugadores acceso a una Wiki desde dentro del juego, lo que fomenta la búsqueda y el análisis de información. También mantiene cuentas en diversas redes sociales como Discord, Facebook, Twitter, Instagram y Reddit, lo cual permite a las personas mantenerse informados y a su vez compartir información entre las cuales se destaca la forma como se pueden diseñar los personajes, datos curiosos y participar en actividades relacionadas con el juego. Además, el juego presenta una política de privacidad, y términos de servicio, y ofrece a los usuarios la opción de brindar opiniones o informar errores por correo electrónico.

En tercera instancia, identificamos aquellas que incluyen entre cuatro y un CD: *The Blood Typing Game*, *Wired*, *Forgotten Island*, *Extreme Event*, *Cell Defense*, *Physics 1 y 2*, *Cd4 Hunter*, *Aquation*, *Immune Defense*, *Mycocosm*, *Solarium*, *Offset*, *Mission To Planet Earth*, *Synmod*, *Profit Seed*, *Code Fred*, *Rola Hormona*, *Wild Weather Adventure*, *Possible Worlds*, *Nanobuzz* y *Quarked*. Estos resultados son significativos ya que indican que los equipos que colaboran en el diseño y desarrollo de estos recursos se centran en los campos disciplinares y, más específicamente, en los contenidos conceptuales. Esto demuestra que los VE logran incorporar y fusionar eficazmente los contenidos conceptuales con la narrativa del juego, lo que es coherente con su propósito de diseño.

Un ejemplo es *Wired*, desarrollado por Diarmid Campbell. Este juego se enfoca en la tarea de conectar ascensores, puertas, interruptores y celdas de combustible para avanzar por un edificio abandonado y cumplir con una cita con un misterioso profesor que vive en la cima. Aunque este juego puede tener un enfoque más limitado en la promoción de CD, su objetivo principal es proporcionar una experiencia interactiva que involucre a los jugadores en la resolución de problemas relacionados con la conectividad eléctrica.

Para abordar la diversidad de enfoques en el diseño de VE y garantizar una integración efectiva de CD y contenidos conceptuales, Ermi y Mäyrä (2005) sugieren la formación de equipos de trabajo multidisciplinarios con experiencia en áreas que abarquen desde estudios culturales y de medios,

psicología, informática hasta artes visuales. Los profesores tenemos la labor académica y pedagógica de acompañar activa y críticamente el proceso de crecimiento y desarrollo de la relación de los estudiantes con el mundo cultural para que los videojuegos sean desafiantes y entretenidos (Ermi y Mäyrä, 2005; Fromme, 2003).

En cuarto lugar, encontramos *Knowledge Mine Beta*, desarrollado por Spongelab. Se trata de un videojuego educativo de trivia de biología dirigido a estudiantes de secundaria y educación postsecundaria. El juego contiene más de 3500 preguntas sobre una variedad de temas, como bioquímica, anatomía humana, genética, ecología, zoología, historia científica, evolución, entre otros. Aunque este VE proporciona una amplia cantidad de información y preguntas, su enfoque y mecánica de juego no favorecen el aprendizaje de manera interactiva. *Knowledge Mine Beta* se centra más en la evaluación y prueba de conocimientos que en la promoción activa de la educación. Su utilidad puede estar orientada a la evaluación y calificación, en lugar de ser una herramienta de aprendizaje altamente interactiva. A pesar de su alcance en términos de contenido, la efectividad del VE en la promoción de competencias digitales (CD) y la participación de los estudiantes en el aprendizaje puede ser limitada en comparación con otros VE más interactivos.

En términos generales, es notable que las competencias digitales CD01 y CD02 sean las más promovidas por los videojuegos educativos, como se ilustra en la Figura 3. Esto indica que estos recursos se orientan hacia la búsqueda y gestión de fuentes de información y datos, y hacia la selección efectiva de recursos y la creación de estrategias personales de información. Además, capacitan a los usuarios para recolectar, procesar, comprender y evaluar de forma crítica fuentes de datos y contenido digital. Por otro lado, la competencia digital CD08 se promueve de manera intermedia en estos videojuegos educativos. Esto implica que estos recursos también proporcionan conocimientos sobre la manera de aplicar los derechos de autor, y las diferentes licencias de información y contenidos, entre otras.

Por último, las competencias digitales CD03, CD04, CD05, CD06, CD07, CD09 y CD10 se promueven en menor medida en los videojuegos educativos. Esto implica que en el diseño de estos juegos

se debe prestar más atención a la importancia de permitir a los jugadores interactuar a través de diversos dispositivos y aplicaciones digitales. También es relevante entender la forma correcta de emplear las diferentes maneras de comunicación a través de medios digitales, adaptar estrategias y modalidades de comunicación a audiencias específicas, y modificar, perfeccionar y combinar recursos existentes para crear contenido y conocimiento nuevo, originales y relevantes.

En resumen, para los profesores que utilicen estos recursos es crucial diseñar estrategias que aborden las ausencias identificadas en los videojuegos educativos. Esto implica recurrir a dispositivos didácticos que permitan suplir estas carencias. Se deben incorporar materiales que posibiliten la creación, adaptación y gestión de una o varias identidades digitales, así como la administración de los datos generados a través de diversas cuentas y aplicaciones utilizadas. También es esencial enseñar a los estudiantes a proteger activamente sus datos personales y respetar la privacidad de los demás. Además, es importante desarrollar habilidades para identificar y resolver posibles problemas técnicos y fomentar la reflexión y la socialización entre varios jugadores.

Al adoptar estas prácticas, los profesores pueden permitir que los estudiantes comparen y compitan con otros, demuestren su progreso, obtengan ayuda o asesoramiento sobre partes difíciles de un juego y discutan sobre los juegos. Esto no solo promueve el conocimiento y las habilidades, sino que también ofrece oportunidades para la capacitación

de personas interesadas en aprender sobre juegos. Además, estas prácticas fomentan la conexión social y facilitan nuevas interacciones sociales con comunidades en línea, lo que se asocia con una mayor participación cívica, según lo discutido por expertos como Fromme (2003), Zagal y Bruckman (2008) y Lee (2019).

Squire (2008) manifiesta que los videojuegos se convierten en una herramienta que facilita el aprendizaje activo en los estudiantes en la medida en que facilita a los jugadores interactuar con el contenido permitiendo construir su conocimiento a partir de la exploración y la experimentación que el videojuego les proporciona.

Conclusiones

Teniendo presente que el objetivo que orienta el proyecto de investigación es «determinar las competencias digitales que hacen parte de los videojuegos educativos utilizados en la enseñanza de las ciencias» y basándonos en los resultados logrados a partir del análisis de los videojuegos educativos (VE), podemos llegar a plantear las siguientes conclusiones:

Un aspecto relevante que se desprende de esta investigación es la abundancia de repositorios donde se albergan videojuegos educativos. En particular, el *Science Game Center* se destaca como una fuente valiosa de recursos, no solo para los docentes, sino también para los investigadores en el campo de las ciencias naturales. En relación con la muestra de videojuegos educativos seleccionados (28 en total),

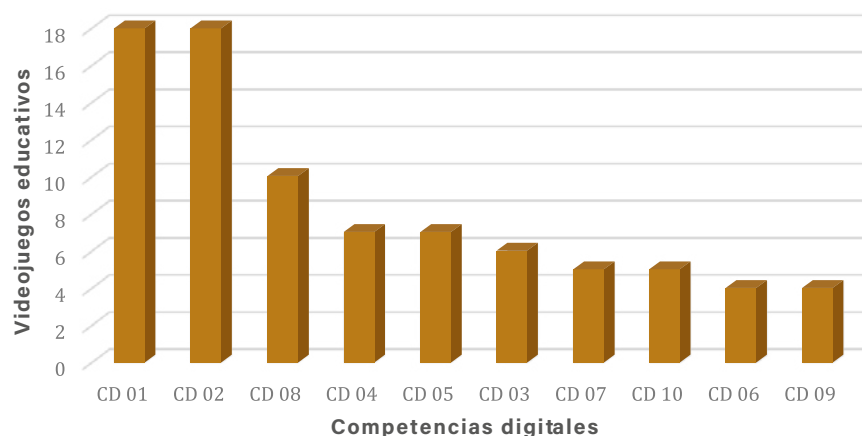


Figura 3. Nivel de promoción de las competencias digitales mediante los videojuegos educativos

se pudo determinar que abarcan todos los niveles educativos y muchos contenidos académicos. Estos recursos se orientan más al estudio de la biología, con veinte 20 videojuegos dentro de esta disciplina. Este hallazgo sugiere que los educadores disponen de una oferta diversa y abundante de videojuegos educativos de acceso libre que pueden implementarse eficazmente en los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación de las ciencias naturales.

Los análisis realizados revelan ciertas limitaciones en la mayoría de los videojuegos educativos examinados. En primer lugar, se destaca que la mayoría de estos son lineales, lo que implica limitadas implicaciones educativas para el aprendizaje. Esta estructura restrictiva puede afectar la capacidad de los estudiantes para participar activamente y explorar de manera autónoma, lo que es esencial para un aprendizaje significativo y constructivo.

Además, se observa que casi todos los videojuegos (26 de ellos) se diseñaron para usarse individualmente, sin fomentar el trabajo cooperativo, estrategias colaborativas o aprendizajes compartidos en sus interacciones. Esta falta de enfoque en la cooperación y colaboración puede limitar las oportunidades de desarrollo de habilidades sociales y emocionales, así como la capacidad de trabajar en equipo, habilidades esenciales en el mundo actual.

Otro aspecto relevante es que estos videojuegos tienden a centrarse en el desarrollo de contenidos conceptuales, dejando de lado aspectos actitudinales y procedimentales y el desarrollo de competencias fundamentales. Esta limitación puede afectar la capacidad de los estudiantes para aplicar el conocimiento en contextos del mundo real y desarrollar habilidades prácticas y de resolución de problemas, aspectos cruciales para una educación completa y holística.

Para abordar estas limitaciones, es crucial considerar un enfoque interdisciplinario en el diseño de videojuegos educativos, como sugieren Ermi y Mäyrä (2005). Esto implica la colaboración entre expertos en campos diversos, incluyendo educación en ciencias, para desarrollar aplicaciones que se alineen mejor con las necesidades y demandas de la educación contemporánea. Además, es esencial involucrar a los docentes en el diseño, pues son fundamentales en la orientación y facilitación durante los procesos de aprendizaje en el aula de clases. En

relación con las competencias digitales promovidas por estos VE, se pudo determinar que existe una tendencia mayoritaria 64 % (18) al desarrollo de cero a dos competencias (CD01 y CD02) y solo el 3 % (1) llega a promover el desarrollo de las diez competencias digitales planteadas. En forma general cada uno de los VE requiere de otro tipo de actividades educativas mediante la orientación de profesores para suplir sus deficiencias y complementarlos para el desarrollo de la relación con el mundo cultural (Fromme, 2003). Esto es coherente con lo presentado anteriormente sobre el vacío pedagógico de este tipo de recursos.

Se debe reconocer que los videojuegos educativos tienen el potencial para lograr que los aprendizajes sean más atractivos y asequibles a las personas, como a su vez el desarrollo integral de las habilidades críticas que permitan alcanzar el éxito académico y profesional. Autores como Dickey (2007) manifiestan que los videojuegos facilitan el desarrollo de habilidades cognitivas y a su vez la resolución de problemas, la toma de decisiones y la colaboración, resaltando las habilidades de índole social las cuales son fundamentales en todos los campos del conocimiento.

Este estudio ofrece valiosas recomendaciones que pueden influir en la forma en que los docentes y los diseñadores de videojuegos educativos abordan la enseñanza de las ciencias. Entre las recomendaciones destacadas se encuentra la necesidad de considerar los videojuegos educativos como una alternativa efectiva para el desarrollo de procesos de enseñanza en el ámbito de las ciencias.

Es fundamental que los docentes realicen análisis exhaustivos de los videojuegos educativos, evaluando sus fortalezas y limitaciones. Esto garantiza que la experiencia de juego sea enriquecedora y se alinee con los objetivos de aprendizaje deseados. Además, es esencial diseñar actividades y procesos educativos que permitan el desarrollo de competencias digitales, fomenten el aprendizaje colaborativo y cooperativo, y promuevan la toma de decisiones críticas y analíticas en situaciones reales o simuladas que sean socialmente relevantes.

Un punto crucial es la formación de los docentes. Se sugiere que los programas de formación inicial y continua incluyan la concepción y el uso de videojuegos educativos en la enseñanza de las

ciencias naturales. Esto implica capacitar a los docentes para que puedan seleccionar, adaptar y utilizar estos recursos de manera efectiva en el aula, aprovechando su potencial educativo.

En futuras investigaciones, se enfatiza la importancia de proporcionar un acompañamiento adecuado por parte del profesorado de ciencias en el uso de los videojuegos educativos (VE). Este acompañamiento debe consistir en un proceso formativo integral que comience con el análisis de las competencias digitales (CD) que los docentes ya poseen. Es esencial comprender el nivel de competencia digital de los profesores antes de introducir los VE en el aula.

Este proceso formativo debe ser diseñado para complementar y fortalecer las competencias digitales existentes de los profesores. Esto puede lograrse a través de programas de desarrollo profesional específicamente adaptados a las necesidades y niveles de competencia de cada docente. La formación debe abordar no solo el manejo técnico de los VE, sino también su integración efectiva en los contextos educativos, la evaluación del aprendizaje de los estudiantes y la adaptación de los juegos para satisfacer las metas curriculares específicas.

Referencias

- Alarcón, P., Álvarez, X., Hernández, D. y Maldonado, D. (2013). *Matriz de habilidades TIC para el aprendizaje*. Enlaces: Centro de Educación y Tecnología del Ministerio de Educación de Chile. https://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/CHILE_Matriz_Habilidades_TIC_para_el_Aprendizaje.pdf
- Aponte, A. y Lárez, N. (2014). *Material educativo computarizado para el aprendizaje del contenido de estequiometría de reacciones químicas en la asignatura de Química General I* [Trabajo de Pregrado, Universidad de Carabobo]. <http://riuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/123456789/1504/3/4599.pdf>
- Barab, S. A., Scott, B., Siyahhan S., Goldstone R., Ingram-Goble A., Zuiker S. J. y Warren S. (2009). Transformational play as a curricular scaffold: using videogames to support science education. *Journal of Science Education and Technology*, 18, 305-320. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10956-009-9171-5.pdf>
- Barab, S. A., Ingram-Doble, A. y Gresalfi, M. (2004). Mundos virtuales como planes de estudio transactivos: por qué los juegos pueden cambiar seriamente las escuelas. En M. Gresalfi (ed.), *Mundos virtuales como currículo transactivo* (Vol. 1, pp. 1829-1841). MIT Press.
- Barab, S. A., Thomas, M., Dodge, T., Carteaux, R. y Tuzun, H. (2005). *Aprendizaje por diseño: Buenos videojuegos como máquinas de aprender*. E-learning y Medios Digitales.
- Baranowski, T., Buday, R., Thompson, D. I. y Baranowski, J. (2008). Playing for real: video games and stories for health-related behavior change. *American Journal Preventive Medicine*, 34(1), 74-82. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2189579/pdf/nihms36392.pdf>
- Cabrera, H. G., Espinosa, A., Viafara O. R., Barona, A. C., Escobar, A. F., Bermúdez, J. D., Riascos, I. A. y Barrera, J. M. (2022). *Los videojuegos educativos y las competencias digitales en la enseñanza de las ciencias*. Programa Editorial Universidad del Valle. <https://doi.org/10.25100/peu.707>
- Chipia Lobo, J. (2014). *Juegos serios: Alternativa innovadora* [Ponencia]. II Congreso en línea en Conocimiento Libre y Educación (CLED), Mérida, Venezuela.
- Coiro, J. y Dobler, E. (2007). Exploring the online reading comprehension strategies used by sixth-grade skilled readers to search for and locate information on the Internet. *Reading Research Quarterly*, 42(2), 214-257.
- Cope, B. y Kalantzis, M. (eds.). (2010). *Ubiquitous learning*. University of Illinois Press.
- Dickey, M. (2007). Diseño y aprendizaje de juegos: un análisis conjetural de cómo múltiples juegos de rol en línea (MMORPG) fomentan la motivación intrínseca. *Desarrollo de Investigación en Tecnología Educativa*, 55(3), 253-273.
- van Dijk, J. A. G. M. y van Deursen, A. J. A. M. (2014). Impact: why digital skills are the key to the information society. En *Digital Skills: Unlocking the information society* (pp. 43-62). Palgrave Macmillan.
- Domínguez, R. (2017). *Implicaciones derivadas del análisis de objetos virtuales de aprendizaje utili-*

- zados en la enseñanza del principio de *Le Chate-lieu* [Trabajo de pregrado, Universidad del Valle]. <https://hdl.handle.net/10893/12355>
- Ermi, L. y Mäyrä, F. (2005). Player-centred game design: experiences in using scenario study to inform mobile game design. *Game Studies*, 5(1), 1-10. http://www.gamestudies.org/0501/ermi_mayra
- Ferguson, C. J. (2007). The good, the bad and the ugly: a meta-analytic review of positive and negative effects of violent video games. *Psychiatric Quarterly*, 78(4), 309-316. <https://doi.org/10.1007/s1126-007-9056-9>
- Ferrari, A. (2013). *DIGCOMP: A framework for developing and understanding digital competence in Europe*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2788/52966>
- Flick, U. (2004). *Introducción a la metodología cualitativa*. Morata.
- Fromme, J. (2003). Computer games as a part of children's culture. *Game Studies*, 3(1), 49-62. <http://www.gamestudies.org/0301/fromme>
- Gee, J. P. (2003). *What digital games have to teach us: About learning and literacy*. Palgrave Macmillan.
- Granic, I., Lobel, A. y Engels, R. C. M. (2014). The benefits of playing video games. *The American Psychologist*, 69(1), 66-78. <https://doi.org/10.1037/a0034857>
- Gros-Salvat, B. (2009). El uso de los videojuegos para la formación universitaria y corporativa. *Comunicación y Pedagogía: Revista de Educación y Nuevas Tecnologías*, (239-240), 14-18. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.centrocp.com/comunicacionypedagogia/comunicacion-y-pedagogia-239-240.pdf>
- Guinee, K., Eagleton, M. B. y Hall, T. E. (2003). Adolescents' Internet search strategies: Drawing upon familiar cognitive paradigms when accessing electronic information sources. *Journal of Educational Computing Research*, 29(3), 363-374.
- Huizinga, J. (1972). *Homo ludens*. Alianza Editorial.
- Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación de Profesorado (2017). *Marco común de competencia digital docente*. Ministerio de Educación y Formación Profesional y Administraciones Educativas de las Comunidades Autónomas. https://intef.es/wp-content/uploads/2023/05/MRCDD_GTTA_2022.pdf
- Ivory, J. D. (2001). *Video games and the elusive search for their effects on children: An assessment of twenty years of research* [Ponencia]. Mass Communication and Society Division at the annual convention of the Association for Education in Journalism and MassCommunication, Washington, D. C.
- Kickmeier-Rust, M. D. (ed.). (2009). Talking digital educational games. En *80Days' 1st International Open Workshop on Intelligent Personalization and Adaptation in Digital Educational Games* (pp. 7-16). 80Days Project.
- Leu, D., Kinzer, C., Coiro, J. y Cammack, D. (2004). Toward a theory of new literacies emerging from the Internet and other ICT. En R. B. Ruddell y N. J. Unrau (eds.), *Theoretical models and processes of reading* (5.ª ed., pp. 1568-1611). International Reading Association.
- Kapp, K. M. (2012). *The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education*. Pfeiffer.
- Lee, Y.-H. (2019). Older adults' digital gameplay, social capital, social connectedness, and civic participation. *Game Studies*, 19(1). <http://gamestudies.org/1901/articles/lee>
- Livingstone, S. (2012). Critical reflections on the benefits of ICT in education. *Oxford Review of Education*, 38(1), 9-24. <https://doi.org/10.1080/03054985.2011.577938>
- Livingstone, S. y Bovill, M. (2001). *Children and their changing media environment: A European comparative study*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Marqués Graells, P. (2013). Impacto de las TIC en la educación: funciones y limitaciones. *3C TIC: Cuadernos de Desarrollo Aplicados a las TIC*, 2(1) 1-15. <https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2013/01/impacto-de-las-tic.pdf>
- Michael, D. R. y Chen, S. (2006). *Serious games: Games that educate, train and inform*. Thomson Course Technology.

- Murillo, E. y Riascos, E. (2011). *Evaluación y selección de un material educativo computarizado para la enseñanza del sistema digestivo* [Trabajo de pregrado, Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental]. Universidad del Valle sede Buenaventura.
- O'Brien, D., Lawless, K. y Schrader, P. G. (2010). A taxonomy of educational games. En Y. K. Baek (ed.), *Gaming for classroom-based learning: Digital role playing as a motivator of study* (pp. 1-24). Information Science Reference.
- Park, Y. J. y Jang, S. M. (2016). African American Internet use for information search and privacy protection tasks. *Social Science Computer Review*, 34(5), 618-630. <https://doi.org/10.1177/0894439315597429>
- Redecker, C. (2017). *Marco europeo para la competencia digital de los educadores: DigCompEdu* (Trad. Fundación Universia y Ministerio de Educación y Formación Profesional de España). Secretaría General Técnica del Ministerio de Educación y Formación Profesional de España. https://www.metared.org/content/dam/metared/pdf/marco_europeo_para_la_competencia_digital_de_los_educadores.pdf
- Sandoval, C. A. (2002). *Investigación cualitativa*. Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior.
- Santiago, R., Trbaldo, S., Kamijo, M. y Fernández, A. (2015). *Mobile learning: Nuevas realidades en el aula*. Digital-Text, Grupo Océano.
- Shi, Y.-R. y Shih, J.-L. (2015). Game factors and game-based learning design model. *International Journal of Computer Games Technology*. <https://downloads.hindawi.com/journals/ijcgt/2015/549684.pdf>
- Silva, J. y Torres, C. (2007). *Taxonomy of educational games compatible with the LOM-IEEE data model*. XVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, São Paulo.
- Spires, H. A. (2008). *21st century skills and serious games: Preparing the N generation: In serious educational games*. Brill Sense.
- Squire, K. (2003). Video games in education. *International Journal of Intelligent Games & Simulation*, 2(1), 49-62.
- Squire, K. (2008). Open-ended video games: a model for developing learning for the interactive age. En K. Salen (ed.), *The ecology of games: Connecting youth, games and learning* (pp. 167-198). MIT Press.
- Vuorikari, R., Punie, Y., Carretero, S. y van den Brande, L. (2016). *DigComp 2.0: The digital competence framework for citizens: Update Phase 1: the Conceptual Reference Model*. Publications Office of the European Union.
- Wu, H.-K., Lee, S. W.-Y., Chang, H.-Y. y Liang, J.-C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41-49. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024>
- Zagal, J. P. y Bruckman, A. (2008). Novices, gamers, and scholars: exploring the challenges of teaching about games. *Game Studies*, 8(2). http://gamestudies.org/0802/articles/zagal_bruckman