

Henry Giovany Cabrera Castillo • Andrés Espinosa Ríos • Robinson Viáfara Ortiz
Miyerdady Marín Quintero • Maira Alejandra Figueroa Zúñiga

Desarrollo de competencias digitales docentes en la formación inicial de los profesores de *ciencias naturales*



Programa Editorial

Teniendo como referencia la naturaleza abstracta, compleja y multidimensional de muchos de los conocimientos de las ciencias naturales, en los últimos años una de las alternativas más promovidas es el uso de los recursos y medios que proporcionan las TIC. En este sentido, se han utilizado modelos para la enseñanza de las ciencias asistidos por computador, por ejemplo, simulaciones, videos educativos, videojuegos, animaciones, software educativo, laboratorios virtuales, aplicativos móviles, etc.

En este libro se compilan algunos aportes derivados de los resultados obtenidos en dos investigaciones financiadas por la Universidad del Valle que tuvieron como base fundamental dos preguntas: ¿Qué competencias digitales se promueven a través de los videojuegos educativos utilizados en la enseñanza de las ciencias? y ¿de qué manera desarrollar las competencias digitales docentes en profesores en formación inicial de ciencias naturales a través del uso de videojuegos educativos? El primer capítulo presenta los resultados principales de la investigación realizada en el año 2021; el segundo capítulo describe los resultados de la implementación de un instrumento para caracterizar las *competencias digitales docentes* (CDD) con las que iniciaron los estudiantes que hicieron parte del proceso formativo en el año 2021; el tercer capítulo se enfoca en la conceptualización del proceso formativo que orientó la propuesta diseñada en el año 2022 y los resultados que se obtuvieron a partir de su implementación; en el último capítulo se presenta un estudio enfocado en determinar las CDD específicas implicadas en la creación de un videojuego tipo *role-playing game* (RPG) como material para la enseñanza de los mecanismos de defensa inmunológico en noveno grado.

Se espera que esta obra sea de utilidad para académicos, formadores de docentes, investigadores y estudiantes interesados en mejorar la calidad de la enseñanza de las ciencias mediante el uso efectivo de la tecnología.



**Desarrollo de competencias
digitales docentes en la formación
inicial de los profesores de
*ciencias naturales***

E&P

Colección Educación y Pedagogía
Investigación

Cabrera Castillo, Henry Giovany
Desarrollo de competencias digitales docentes en la formación
inicial de los profesores de ciencias naturales / Henry Giovany Cabrera
Castillo, Andrés Espinosa Ríos, Robinson Viáfara Ortiz, Miyerdady
Marín Quintero, Maira Alejandra Figueroa Zúñiga - Primera edición
Cali : Universidad del Valle - Programa Editorial, 2025.
102 páginas ; 21,5 x 28 cm. -- (Colección: Educación y Pedagogía -
Investigación)
1. Ciencias naturales -- 2. Formación inicial -- 3. Competencias
digitales
500 CDD. 22 ed.
C117
Universidad del Valle - Biblioteca Mario Carvajal

Universidad del Valle Programa Editorial

Título: Desarrollo de competencias digitales docentes en la formación
inicial de los profesores de ciencias naturales

Autores:  Henry Giovany Cabrera Castillo,  Andrés Espinosa Ríos,
 Robinson Viáfara-Ortiz,  Miyerdady Marín Quintero,
 Maira Alejandra Figueroa Zúñiga

ISBN-PDF: 978-958-507-338-8

DOI: 10.25100/peu.864

Colección: Educación y Pedagogía-Investigación

Primera edición

Rector de la Universidad del Valle: Guillermo Murillo Vargas

Vicerrector de Investigaciones: Mónica García Solarte

Director del Programa Editorial: John Wilmer Escobar Velásquez

© Universidad del Valle

© Autores

Diagramación: Hugo H. Ordóñez Nievas

Diseño de carátula: Ángela María Arboleda Mera

Corrección de estilo: Anabel Correa Hernández

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión del autor
y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad del Valle,
ni genera responsabilidad frente a terceros. El autor es el responsable del
respeto a los derechos de autor y del material contenido en la publicación,
razón por la cual la Universidad no puede asumir ninguna responsabilidad
en caso de omisiones o errores.



Reconocimiento-No Comercial-Sin Obra Derivada (BY-NC-ND)
Esta obra está bajo una licencia Creative Commons

Cali, Colombia, agosto de 2025

Henry Giovany Cabrera Castillo • Andrés Espinosa Ríos • Robinson Viáfara Ortiz
Miyerdady Marín Quintero • Maira Alejandra Figueroa Zúñiga

Desarrollo de competencias digitales docentes en la formación inicial de los profesores de *ciencias naturales*

E&P

Colección Educación y Pedagogía
Investigación

Contenido

INTRODUCCIÓN	9
Referencias	11

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 Víafera-Ortiz

Resumen.	13
Abstrac.	13
Introducción.	14
Marco teórico	15
Metodología	18
Resultados y análisis.	19
Competencias digitales que desarrolla el VE	23
Conclusiones	25

CAPÍTULO 2 **DETERMINACIÓN DE LAS COMPETENCIAS DIGITALES** **DE LOS DOCENTES DE CIENCIAS NATURALES EN** **FORMACIÓN INICIAL**

DOI: 10.25100/peu.864.cap2

 Maira Alejandra Figueroa Zúñiga,  Henry Giovany Cabrera Castillo

Resumen.	31
Abstrac.	32
Introducción.	32
Marco teórico	33
Metodología	35
Resultados y análisis.	37
Conclusiones	42
Referencias	43

CAPÍTULO 3

HALLAZGOS OBTENIDOS A PARTIR DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA DE FORMACIÓN PARA EL DESARROLLO DE CDD EN PROFESORES EN FORMACIÓN INICIAL DE CIENCIAS NATURALES

DOI: 10.25100/peu.864.cap3

 Robinson Viafara-Ortiz,  Andrés Espinosa Ríos,  Miyerdady Marín Quintero,
 Henry Giovany Cabrera Castillo

Resumen	.45
Abstrac.	.45
Introducción	.46
Marco teórico	.48
Metodología	.50
Resultados y análisis	.56
Conclusiones	.67

CAPÍTULO 4

LAS COMPETENCIAS DIGITALES DOCENTES ESPECÍFICAS IMPLICADAS EN LA CREACIÓN DE UN VIDEOJUEGO RPG PARA LA ENSEÑANZA DE LOS MECANISMOS DE DEFENSA INMUNOLÓGICA

DOI: 10.25100/peu.864.cap4

 Maira Alejandra Figueroa Zúñiga,  Miyerdady Marín Quintero

Resumen	.75
Abstrac.	.75
Introducción	.76
Marco teórico	.77
Metodología	.84
Resultados y análisis.	.86

ANEXO

Nivel, logros y desafíos	.99
------------------------------------	-----

AUTORES	101
--------------------------	------------

Introducción

En la formación inicial de los docentes de ciencias naturales es crucial desarrollar la capacidad para integrar pedagógicamente las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en los procesos de enseñanza y aprendizaje, permitiendo conectar con el mundo actual. Este proceso de integración se enmarca en las competencias digitales docentes (CDD) que constituyen el conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes que los educadores necesitan para utilizar de manera efectiva las TIC en su práctica profesional (Redecker, 2017).

Según lo anterior, adquirir y fortalecer las competencias digitales docentes (CDD) es fundamental para que los futuros educadores participen, reflexionen y generen conocimiento en sus prácticas escolares. Es por lo anterior que, en los últimos años, se reconoció la oportunidad de influir positivamente en estos aspectos de la formación de educadores en ciencias a través de la investigación del proceso de formación inicial de docentes en competencias digitales docentes (CDD). En este sentido, para esta investigación esto estuvo relacionado con la necesidad de superar la concepción utilitarista de los recursos tecnológicos, enfocándose en la formación de competencias digitales desde una perspectiva integral y reflexiva.

Al respecto, Silva *et al.* (2019) y Morales *et al.* (2020) llevaron a cabo estudios sobre cómo los programas de formación de docentes podían integrar eficazmente las competencias digitales en su currículo. Estas investigaciones destacaron la necesidad de un enfoque práctico y contextualizado, que preparara a los futuros educadores para enfrentar los desafíos específicos que enfrentarían en sus aulas. En resumen, la formación en competencias digitales para docentes de ciencias naturales ha sido un campo en constante evolución que requiere un enfoque multidisciplinario y reflexivo para garantizar su efectividad en el contexto educativo actual.

En ese orden de ideas, si se hace énfasis en la formación inicial de los docentes de ciencias naturales, se puede afirmar que en ellos la formación de CDD es fundamental. Esto se debe a que a través de estas se les faculta para diseñar, usar y valorar los recursos o medios que les permita representar la naturaleza abstracta, compleja y multidimensional de los conocimientos de las ciencias naturales. En ese sentido, reconociendo la alta capacidad que tenían las TIC de representar la realidad de manera compleja, dinámica y multimodal a través de simulaciones, animaciones, laboratorios, programas y videojuegos, se vislumbró que en estas los futuros docentes tenían una importante alternativa

para mejorar los procesos de construcción del conocimiento, habilidades o competencias científicas (Abella y García, 2010; Alejandro y Perdomo, 2009; Litwak *et al.*, 2009; Occelli *et al.*, 2017; Talanquer, 2014).

Por lo anterior, en los últimos tres años el equipo de profesores investigadores que hicieron parte de este libro consideró la existencia de una importante oportunidad para influir significativamente en la enseñanza de las ciencias a través de la intervención del proceso de formación inicial de docentes. En este caso, tanto la formación de CDD, como el análisis y uso de recursos tecnológicos emergentes, tuvieron fuertes conexiones, se entrelazaron o conectaron entre sí, teniendo como eje de referencia el interés y la necesidad que existía en el análisis. Por ello, se desarrollaron dos investigaciones financiadas por la Universidad del Valle que tuvieron como base fundamental las siguientes preguntas: ¿Qué competencias digitales se promovieron a través de los videojuegos educativos utilizados en la enseñanza de las ciencias? y ¿de qué manera se desarrollaron las competencias digitales docentes en profesores en formación inicial de ciencias naturales a través del uso de videojuegos educativos?

En la primera interrogante se planteó que en la enseñanza de las ciencias los videojuegos educativos pudieron fomentar el trabajo colectivo, desplegando el llamado de atención sobre el uso de simulaciones y animaciones para captar el interés de los usuarios. Así mismo, se destacó que era necesario que el docente, dependiendo del diseño e implementación, complementara el uso de los videojuegos educativos con otros recursos digitales (por ejemplo, redes sociales, blogs, E-portafolios). Se consideró necesario y pertinente que los futuros profesores de ciencias coincidieran con esta dinámica académica e investigativa, asociada al fortalecimiento de las CDD, para que existiera una continuidad en su proceso formativo, porque ellos son los encargados de orientar clases y deben adaptarse a los nuevos cambios que traerán los avances científicos, tecnológicos, educativos.

Lo anterior nos llevó a reflexionar sobre el segundo interrogante, ya que se reconoció que, en la enseñanza de las ciencias, los modelos utilizados fueron aquellos diseñados específicamente para facilitar la comprensión de los modelos científicos por

parte de los estudiantes. La multiplicidad de modos de representación del conocimiento (verbal, numérica, simbólica, textual, audiovisual, gráfica) que se utilizaron tanto en las ciencias como en su enseñanza para ser comunicado (Cabrera, 2015), les exigió a los profesores de ciencias tener el conocimiento necesario para seleccionar, diseñar o hacer uso de estas representaciones de manera consciente como recursos y estrategias para que el estudiante pudiera acceder a la construcción del conocimiento con los herramientas cognitivas necesarias y apropiadas de acuerdo a la naturaleza del conocimiento a enseñar. Es de destacar que, en ocasiones, se pretendió explicar temáticas microscópicas con experiencias macroscópicas, procesos dinámicos y tridimensionales con imágenes fijas y planas, esto ocasionó confusiones y errores conceptuales e interpretativos en los estudiantes ocasionados por los recursos seleccionados para representar estos conocimientos o procesos.

Con base en lo anterior, surgió este libro, editado por Henry Giovanny Cabrera, Andrés Espinosa, Robinson Viafara, Miyerdady Marín y Maira Alejandra Figueroa, como resultado del interés y la necesidad de analizar y fortalecer las competencias digitales docentes en un contexto específico. En ese sentido, la obra busca contribuir a la exploración y promoción de propuestas orientadas al desarrollo de dichas competencias en la formación de educadores en ciencias naturales, mediante el uso de recursos digitales y videojuegos educativos como herramientas clave. El trabajo se centró en identificar las competencias digitales relevantes, evaluar su presencia en docentes en formación, implementar programas específicos de capacitación, y analizar casos prácticos sobre la creación y el uso de videojuegos en la enseñanza.

La metodología adoptada en la investigación que dio origen a este libro tuvo un enfoque cualitativo, combinando revisión teórica exhaustiva, análisis empírico, desarrollo práctico y evaluación educativa, centrada en la formación de competencias digitales en docentes en formación inicial en ciencias naturales. En una primera fase, se llevó a cabo una revisión bibliográfica para comprender las competencias digitales más pertinentes y su aplicación en la enseñanza de las ciencias. Luego, estas competencias fueron identificadas y analizadas a través de encues-

tas y entrevistas aplicadas a docentes en formación, utilizando herramientas de evaluación estandarizadas. Con base en los hallazgos, se diseñó e implementó un programa de formación específico, cuya efectividad fue evaluada mediante un enfoque mixto, que combinó análisis cuantitativo y cualitativo. Finalmente, se realizó un estudio de caso en el que se desarrolló un videojuego educativo tipo RPG, involucrando a los docentes en su creación y analizando tanto el proceso como la efectividad pedagógica del recurso. Esta metodología integral permitió una comprensión profunda y aplicada del desarrollo de competencias digitales en el ámbito educativo.

El contenido de este libro se estructura en cuatro capítulos que abordan distintos aspectos relacionados con el desarrollo de competencias digitales en la formación inicial de profesores de ciencias naturales. El primer capítulo presenta los resultados de una investigación que identifica las competencias digitales presentes en videojuegos educativos utilizados en la enseñanza de las ciencias. El segundo capítulo se centra en determinar las competencias digitales de los profesores en formación inicial a través de la aplicación de un cuestionario específico. El tercer capítulo analiza los hallazgos obtenidos a partir de la implementación de una propuesta de formación para el desarrollo de competencias digitales en profesores en formación inicial de ciencias naturales. Por último, el cuarto capítulo se enfoca en determinar las competencias digitales docentes implicadas en la creación de un videojuego educativo como material para la enseñanza de los mecanismos de defensa inmunológica en noveno grado.

Este libro busca ofrecer conocimientos, reflexiones y propuestas que contribuyan al fortalecimiento de las competencias digitales docentes en la formación inicial de profesores de ciencias naturales. Se espera que esta obra sea de utilidad para académicos, formadores de docentes, investigadores y estudiantes interesados en mejorar la calidad de la enseñanza de las ciencias mediante el uso efectivo de la tecnología.

Referencias

- Abella, L. y García, Á. (2010). El uso de videojuegos para la enseñanza de las ciencias, nuevos desafíos al papel docente. *Revista EDUCyT*, 2(junio-diciembre), 19-32. <https://die.udistrital.edu.co/revistas/index.php/educyt/article/view/178>
- Alejandro, C. A. y Perdomo, J. M. (2009). Aproximando el laboratorio virtual de Física General al laboratorio real. *Revista Iberoamericana de Educación*, 48(6), 1-7.
- Cabrera, H. G. (2015). Los modos de representación de modelos en el curso Educación en Química con profesores en formación inicial en Ciencias Naturales. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(3), 565-580.
- Litwak, N. D., Mariño, S. I. y Godoy, M. V. (2009). Diseño de un *software* educativo lúdico para el nivel inicial. *Revista Iberoamericana de Educación*, 49(2). <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2966319>
- Morales, M. J., Rivoir, A., Lázaro-Cantabrana, J. L. y Gisbert-Cervera, M. (2020). ¿Cuánto importa la competencia digital docente? Análisis de los programas de formación inicial docente en Uruguay. *Innoeduca: International Journal of Technology and Educational Innovation*, 6(2), 128-140.
- Occelli, M., García-Romano, L., Valeiras, N. y Willging, P. A. (2017). Animar la división celular (mitosis): una propuesta didáctica con la técnica de slowmation. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(2), 398-409.
- 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
- Silva, J. E., Usart, M. y Lázaro-Cantabrana, J. L. (2019). Competencia digital docente en estudiantes de último año de Pedagogía de Chile y Uruguay. *Comunicar: Revista Científica Iberoamericana de Comunicación y Educación*, (61), 33-43.
- Talanquer, V. (2014). Simulaciones computacionales para explorar y construir modelos. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (76), 8-16.

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 Viafara-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 conllevan 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.

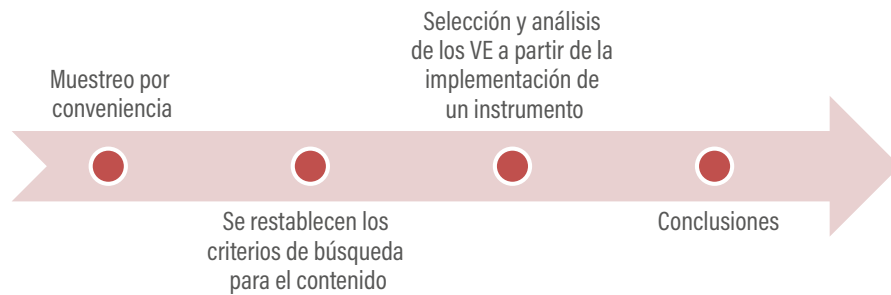


Figura 1. Procedimiento de la investigación

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

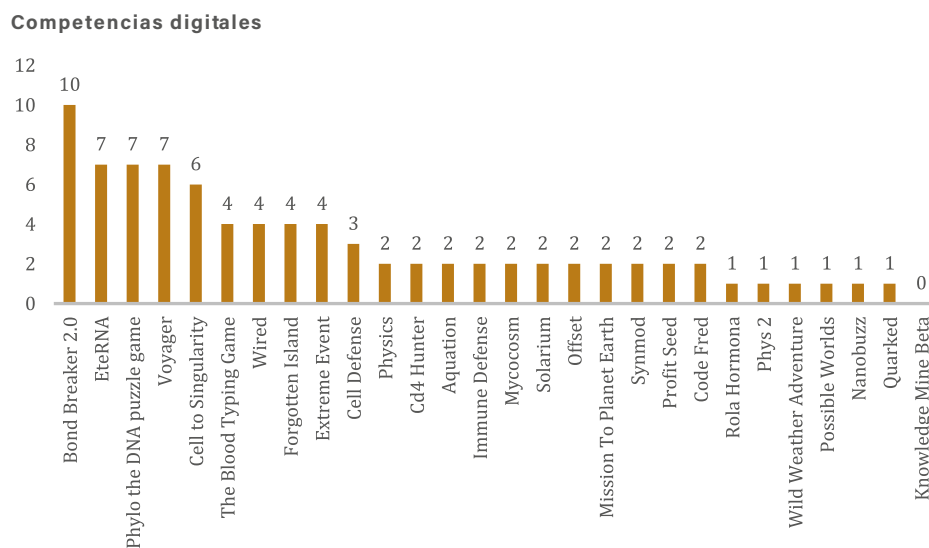


Figura 2. Presencia y ausencia de las competencias digitales en los videojuegos educativos

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),

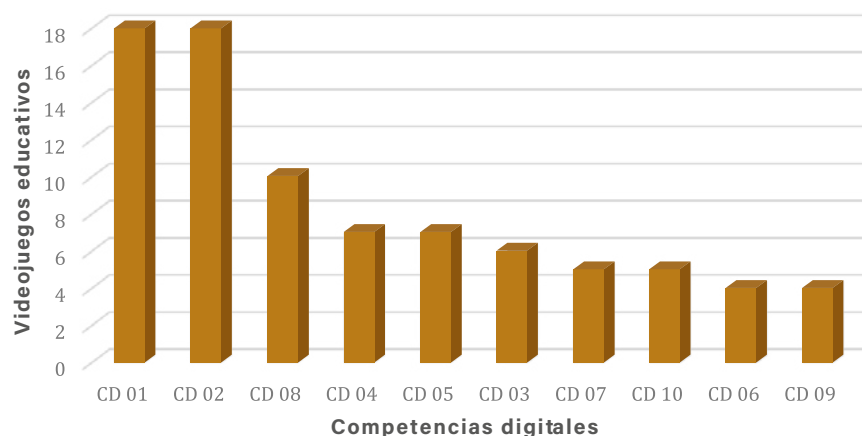


Figura 3. Nivel de promoción de las competencias digitales mediante los videojuegos educativos

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 Châtelier* [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

Capítulo 2

Determinación de las competencias digitales de los docentes de ciencias naturales en formación inicial

DOI: 10.25100/peu.864.cap2

 Maira Alejandra Figueroa Zúñiga,  Henry Giovany Cabrera Castillo

Resumen

En este capítulo se plantea que los docentes en formación inicial de ciencias naturales deben asimilar y comprender las transformaciones de la sociedad, así su práctica profesional se adaptará a los cambios vertiginosos (inteligencia artificial, programación, diseño y uso de recursos tecnológicos) que se producen y que paulatinamente se incorporan a la educación en ciencias. Estos cambios exigen a los futuros docentes el desarrollo de competencias digitales (CD), en este sentido, el propósito fue determinar las competencias digitales de los profesores en formación inicial de ciencias naturales. El enfoque metodológico utilizado para el estudio fue el de la investigación cualitativa y se aplicó el Cuestionario de Competencias Digitales Docentes (CDD) validado por Tourón *et al.* (2018). Participaron en la investigación seis estudiantes en formación inicial en ciencias naturales y educación ambiental. Los hallazgos permitieron identificar que los participantes presentan tendencias, en comunicación y proyectos colaborativos mediante herramientas digitales, creación de contenidos en entornos multimedia, información y alfabetización digital, conceptos de seguridad y resolución de problemas, y las CDD que más conocen son la navegación, la participación ciudadana, el desarrollo de contenidos, la protección de datos y la identificación de necesidades respectivamente. Finalmente, falta camino para formar profesionales docentes digitalmente competentes. Además, los formadores deben identificar las necesidades del profesorado para mejorar su competencia para diseñar propuestas específicas. Es clave reconocer los factores que favorezcan su fortalecimiento y crear las condiciones necesarias para que los futuros docentes integren las tecnologías de la información y la comunicación, aplicando los conocimientos, habilidades y destrezas adquiridos. De esta manera, indagar en el perfil de los docentes en formación inicial sobre su competencia digital, es una actividad importante y un punto de partida a nivel formativo para el diseño de actividades en asignaturas.

Palabras clave: competencias digitales, formación inicial, profesores de ciencias, tecnologías de la información y la comunicación.

Abstrac

In this chapter, it is proposed that pre-service science teachers should assimilate and understand societal transformations, allowing their professional practice to adapt to rapid changes (such as artificial intelligence, programming, design, and the use of technological resources) that are gradually being incorporated into science education. These changes demand that future teachers develop Digital Competencies (DC). The study employed a qualitative research approach, and the validated Teacher Digital Competencies Questionnaire (CDD) by Tourón *et al.* (2018) was used. Six pre-service students in natural sciences and environmental education participated in the research. The findings revealed trends among participants, including communication and collaborative projects using digital tools, content creation in multimedia environments, information and digital literacy, security concepts, and problem-solving. The most familiar CDDs were related to navigation, citizen participation, content development, data protection, and identifying needs. Ultimately, there is still progressed to be made in digitally competent teacher training, and educators must assess teachers' needs and enhance their competency levels. This will enable the design of specific proposals, recognition of factors that strengthen competencies, and the creation of conditions for pre-service teachers to integrate Information and Communication Technologies. Investigating the digital competence profile of pre-service teachers is an important activity and serves as a starting point for designing subject-specific activities in teacher education.

Keywords: digital competencies, initial training, science teachers, information and communication technologies.

Introducción

En el campo de la educación en ciencias paulatinamente se incorporan transformaciones derivadas de simulaciones, videojuegos, animaciones, software educativo, laboratorios virtuales, aplicativos móviles, la comunicación digital, ciberseguridad, inteligencia artificial, la programación y el diseño y uso de recursos tecnológicos, esta situación debe significar para la formación inicial de docentes de

ciencias naturales el desarrollo de diferentes habilidades, destrezas y competencias. Cabe destacar que las competencias digitales son fundamentales para interactuar con la sociedad del conocimiento y minimizar la brecha digital (Alarcón *et al.*, 2013; van Deursen *et al.*, 2014; Park, 2016). En este sentido, investigadores como González *et al.* (2018) realizaron un proyecto con el objetivo de mejorar la competencia digital de pedagogía a través del uso de tareas enfocadas en las áreas competenciales (información, seguridad, creación de contenidos, comunicación y resolución de problemas).

Cuadrado *et al.* (2020) realizaron un estudio centrado en dos áreas competenciales del DigComp (Información y alfabetización informacional y Comunicación y colaboración). Los resultados les permitieron «realizar búsquedas avanzadas en bases de datos científicas, distinguir fuentes de información fiable de la que no lo es y almacenar información de forma ordenada y segura» (p. 17).

León y Cisneros (2021) en su investigación concluyeron que es necesario integrar en el proceso de enseñanza-aprendizaje los recursos digitales en la capacitación de docentes y estudiantes como elemento preponderante para el uso de estos en el desarrollo de las competencias digitales.

McGar y McDonagh (2020) en su estudio se enfocaron en explorar las competencias digitales de los estudiantes recién llegados a un programa de formación inicial de profesores y destacan que debido al cambio constante en la conceptualización de estas competencias es pertinente utilizar herramientas que permitan hacer un seguimiento y evaluación sobre el uso de las tecnologías por parte de los profesores.

Así mismo, Jiang y Yu (2023) realizaron una investigación con el propósito de determinar los desafíos que deben llevar a la transformación digital en la educación, específicamente, a través de la comprensión de las competencias digitales de los docentes y avanzar hacia la formulación de nuevas investigaciones sobre los programas académicos.

Las investigaciones destacan la necesidad de que los futuros docentes de ciencias participen en actividades educativas alineadas con su labor futura, ya que deberán orientar clases y adaptarse a los constantes cambios y avances científicos, tecnológicos y educativos. Sin embargo, para ello

existen dificultades como la alfabetización digital descontextualizada, la limitada dotación de recursos, el déficit en la interconectividad y la insuficiente apropiación de las TIC por parte de los profesores en formación inicial. En este contexto, este capítulo se centra en la determinación de las competencias digitales de los docentes en formación inicial de ciencias naturales.

Marco teórico

La sociedad influye directamente en las aulas y en el desempeño docente cuando se incluyen tecnologías en sus actividades académicas, así que no basta con el conocimiento disciplinar y saber orientar una clase; el docente debe manejar la información y otras posibilidades mediante nuevas propuestas de enseñanza y aprendizaje, para que los estudiantes puedan aprender por ellos mismos (Roig y Pascual, 2012).

De lo anterior ha derivado a nivel nacional e internacional la formulación de diferentes marcos sobre las competencias digitales docentes: Competencias en TIC para docentes de la Unesco, Estándares ISTE para educadores, Competencia digital del docente en España, Competencias TIC colombianas para el desarrollo profesional de los docentes, Competencias y estándares en TIC para la profesión docente en Chile, El Marco Británico de Enseñanza Digital y el Marco Común Europeo de Competencias Digitales para Educadores.

El presente estudio se fundamentó en el Marco Común Europeo de Competencias Digitales para Educadores (DigCompEdu), que constituye un acuerdo enfocado en las áreas y elementos de la competencia digital de docentes (INTEF, 2017; Reisoğlu y Cebi, 2020). En este se plantean los referentes teóricos que orientan a los gobiernos, organismos nacionales y regionales, organizaciones educativas, instituciones formadoras en el desarrollo de las competencias digitales del profesorado y se especifican las competencias que ellos deben tener para diseñar estrategias de enseñanza y aprendizaje en las que usen herramientas digitales. A partir de ello las definen como un grupo de actitudes, habilidades y conocimientos para una interiorización de las nuevas tecnologías que permitan la interacción socialmente en torno a estas y a su vez

poder incorporarlas de la mejor manera a la práctica profesional.

Asumimos aquí la conceptualización de CD que plantean Cabrera *et al.* (2022) entendidas como las capacidades, acciones y procesos que realizan las personas en el momento de efectuar una actividad en el que es involucrado algún material multimedia asistido por computador, como es el caso de los ofrecidos en la Internet, por ejemplo, administrar el tiempo frente a la pantalla, determinar la privacidad de los usuarios, 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 (p. 27).

En la Figura 1 podemos identificar las cinco áreas de las CD, las cuales se organizan de la siguiente manera: el área 1, sobre *información y alfabetización informacional*,

consiste en la búsqueda de información y se refiere al proceso que está mediado por la formulación de pistas, para lo cual es fundamental la determinación de palabras que guían al usuario cuando accede a las diversas etapas que se ofrecen en la Web. (Cabrera *et al.*, 2022, p. 27)

Según el INTEF (2017), las CD que la integran son:

- a) Navegación, búsqueda y filtrado de información, datos y contenido digital: buscar información, datos y contenido digital en red y acceder a ellos, expresar de manera organizada las necesidades de información, encontrar información relevante, seleccionar recursos de forma eficaz, gestionar distintas fuentes de información y crear estrategias personales de información.
- b) Evaluación de información, datos y contenido digital: reunir, procesar, comprender y evaluar información, fuentes de datos y contenido digital de forma crítica.
- c) Almacenamiento y recuperación de información, datos y contenido digital: gestionar y almacenar información, datos y contenido digital para facilitar su recuperación; organizar información y datos. (pp. 11-12)

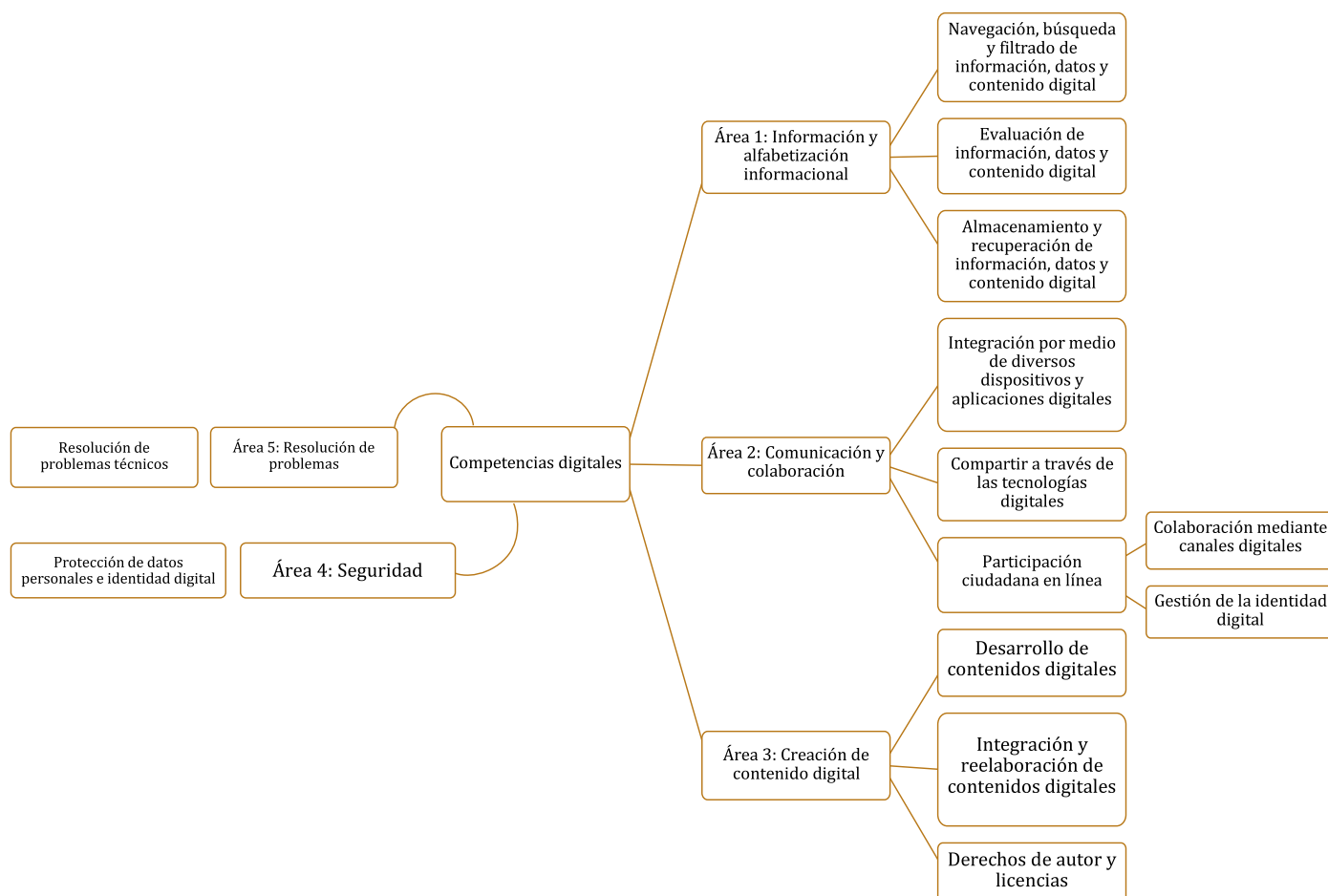


Figura 1. Áreas y competencias digitales.

El área 2, referente a *comunicación y colaboración*, «implica diversos niveles de comunicación, el primero hace referencia a los medios electrónicos, el segundo a la comunicación escrita y verbal. Se contribuye al debate en la medida en que los estudiantes han tenido experiencias individuales y grupales» (Cabrera *et al.*, 2022, p. 28). El INTEF (2017) señala las competencias digitales que la integran, a saber:

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: Compartir 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, compartir la ubicación de la información y de los contenidos encontrados, 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).

El área 3, denominada *creación de contenido digital*, se relaciona con:

competencias que abordan programas de diseño multimedia donde se agrupan elementos textuales, verbales, icónicos, audiovisuales y de sonido. Los estudiantes aprenden a ver, escuchar, hablar, leer y escribir tomando como referencia los desarrollos tecnológicos. Por tal razón se pretende el desarrollo de competencias que permitan comprender e interpretar los diversos lenguajes durante la navegación, la retroalimentación, la comunicación y la intencionalidad. (Cabrera *et al.*, 2022, p. 29)

Según el INTEF (2017), las competencias digitales que la integran 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).

El área 4, llamada *seguridad*, «hace referencia a la precaución y las medidas que deben tener los usuarios (estudiantes y profesores) cuando utilizan dispositivos, acceden a contenidos digitales y, sobre todo, cuando reconocen los riesgos existentes en el momento de usar herramientas en línea» (Cabrera *et al.*, 2022, p. 29). La competencia digital que la integra es la: «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).

Por último, está el área 5, concerniente a la *resolución de problemas*, fomenta

el diálogo de los estudiantes a partir de la competencia anterior contribuye en el pensamiento crítico entre los participantes, ya que se pone en práctica tanto el conocimiento como las diferentes formas de comunicación para resolver determinadas situaciones como la capacidad de criticar y autocriticarse. (Cabrera *et al.*, 2022, p. 29)

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

El enfoque metodológico fue la investigación cualitativa que se enfoca en el contexto educativo para comprender e interpretar los significados de sus participantes (Cerdeña, 2008; Flick, 2004; Latorre *et al.*, 1996). En este estudio participaron seis estudiantes de un programa de licenciatura.

Se utilizó el Cuestionario de Competencias Digitales Docentes (CDD), de uso libre y desarrollado por el Grupo de Metodologías Activas y Mastery Learning (Universidad Internacional de la Rioja [UNIR], s. f.), validado por un comité de expertos para asegurar la máxima fiabilidad en sus resultados. Este cuestionario se sustenta en el actual Marco

de Competencia Digital propuesto por el INTEF en enero de 2017 en el que se identificaron los niveles y las áreas para la valoración docente (Tourón *et al.*, 2018).

La prueba la integran 5 áreas, a su vez estructuradas por 21 competencias que subyacen en cada una de las áreas (Tabla 1). En tal sentido, el Marco INTEF (citado por Tourón *et al.*, 2018) menciona que

las dimensiones 1, 2 y 3 se proponen como lineales con usos específicos, mientras que las dimensiones 4 y 5 son transversales, es decir, que se aplican en cualquier tipo de actividad, siendo la última (la 5) denominada «resolución de problemas» la dimensión transversal por excelencia. (p. 29)

La prueba está compuesta por 54 ítems organizados en una escala Likert de siete puntos. Cada ítem puede ser respondido dos veces, lo que permite medir tanto el grado de conocimiento como el grado de uso según el enunciado correspondiente (Tourón *et al.*, 2018). Esta configuración facilita la evaluación de la competencia digital de los participantes en las

cinco dimensiones establecidas, abarcando dos aspectos fundamentales: el conocimiento y el uso que el docente implementa en el aula.

El cuestionario fue seleccionado debido al impacto internacional y al uso práctico para el análisis de la autoevaluación del estado actual de las CDD en los participantes, a partir de los resultados que arroja el informe personal. Además, ha sido utilizado en investigaciones como las de Fuentes *et al.* (2019), Romero *et al.* (2020) y González *et al.* (2021). Presenta un panorama sobre el conocimiento y uso de las estrategias digitales del profesor en formación inicial, permite identificar necesidades de formación en relación con las CDD y ofrece itinerarios específicos.

Para recolectar los datos se invitó a los participantes del semillero de investigación, de los cuales asistieron voluntariamente seis, estos fueron denominados a través de códigos conformado por un número del 1 al 6 y por la letra E. Las actividades, la explicación para realizar el cuestionario, los beneficios y el uso de los resultados fueron asistidas asincrónicamente por computador a través del uso

Tabla 1. Dimensiones, competencias y número de preguntas del cuestionario CDD

Áreas	Competencias digitales	N.º de preguntas
Información y alfabetización informacional	▪ Evaluación de información, datos y contenido digital. ▪ Almacenamiento y recuperación de información, datos y contenido digital. ▪ Navegación, búsqueda y filtrado de información, datos y contenido digital.	8
Comunicación y colaboración	▪ Compartir información y contenidos. ▪ Interacción mediante tecnologías digitales. ▪ Colaboración mediante canales digitales. ▪ Participación ciudadana en línea. ▪ Gestión de la identidad digital. ▪ Netiqueta.	9
Creación de contenido digital	▪ Programación. ▪ Integración y reelaboración de contenidos digitales. ▪ Derechos de autor y licencias. ▪ Desarrollo de contenidos digitales.	16
Seguridad	▪ Protección de dispositivos y de contenido digital. ▪ Protección del entorno. ▪ Protección de la salud y el bienestar. ▪ Protección de datos personales e identidad digital.	9
Resolución de problemas	▪ Resolución de problemas técnicos. ▪ Identificación de lagunas en la competencia digital. ▪ Innovación y uso de la tecnología digital de forma creativa. ▪ Identificación de necesidades y respuestas tecnológicas.	12
N.º total de preguntas		54

de Google Meet. Los participantes respondieron el cuestionario en una hora. Para analizar los resultados de los participantes se consideró la información generada de cada uno. El nivel específico de desarrollo de las CDD en cada participante se determinó mediante los niveles muy alto (4), alto (3), medio (2) y bajo (1).

Resultados y análisis

A continuación se presentan los resultados con base en las respuestas dadas por los participantes a partir de la herramienta CDD, para lo cual se elabora una síntesis de estos en tablas por cada área. Cabe mencionar que esta información se tomó textualmente en 10 cuestionarios. Este análisis permitió identificar, comparar y puntuar en cada área los niveles de competencias de los participantes.

Información y alfabetización informacional

En la Tabla 2 se presentan las tres CDD que conforman el área de información con las puntuaciones obtenidas en las escalas conozco y utilizo. En la mayoría de los participantes obtienen una medida superior en Navegación, búsqueda y filtrado de información, datos y contenido digital. En cuanto a las escalas conozco se ubican los niveles C2, C1, B2 y B1; y en la escala se ubican C2 y B2, B1 y A2, lo que significa que saben usar y diseñar estrategias de búsqueda avanzada apropiadas a sus necesidades docentes, para actualizar recursos y tendencias educativas. Pueden diseñar una estrategia de búsqueda y filtrado de información.

En las competencias *Almacenamiento y recuperación de información, datos y contenido digital* y *Evaluación de información, datos y contenido digital*, en general, los participantes alcanzan una puntuación media que se encuentran en la escala conozco C1 y B2, y en la escala utilizo se encuentran C2, C1 y B2, lo que indica que son críticos con las fuentes de información, con los perfiles de personas que los siguen, dado que tienen un procedimiento claro para evaluar la información. Comprenden los riesgos y beneficios de almacenamiento local y en línea, a su vez, cuentan con estrategias de almacenamiento que comparten con los estudiantes y otros docentes. Además, identifican las licencias que permiten la reutilización y difusión de los recursos digitales y evalúan la calidad de estos que encuentran en función del currículo.

Comunicación y proyectos colaborativos a través de herramientas digitales

Como se puede apreciar en la Tabla 3, el área de Comunicación y proyectos colaborativos los integran seis CDD con las puntuaciones obtenidas. Los participantes obtienen mejores puntuaciones en *Participación ciudadana en línea* y *Compartir información y contenidos*. Por ende, se sitúan en la escala conocida en los niveles C2, B2 y B1, y en la escala utilizada en los niveles C2, C1, B2 y B1. Esto supone que los participantes se animan a valorar, dividir y dispersar información educativa en medios digitales. Son usuarios activos para el trabajo colaborativo en línea en cualquier ámbito cultural, social y administrativo para expresar sus opiniones.

Tabla 2. Resultados específicos de las competencias que conforman el área 1: Información y alfabetización informacional

Área	Conozco/utilizo	Estudiantes											
		1		2		3		4		5		6	
	Competencias	C	U	C	U	C	U	C	U	C	U	C	U
Información y alfabetización informacional	Navegación, búsqueda y filtrado de información, datos y contenido digital	86 %	100 %	43 %	43 %	57 %	52 %	62 %	67 %	90 %	90 %	57 %	48 %
	Evaluación de información, datos y contenido digital	71 %	79 %	43 %	36 %	71 %	71 %	43 %	50 %	57 %	50 %	50 %	50 %
	Almacenamiento y recuperación de información, datos y contenido digital	81 %	90 %	52 %	43 %	67 %	62 %	52 %	52 %	62 %	62 %	48 %	48 %
	Nivel	80 %	91 %	46 %	36 %	64 %	61 %	54 %	57 %	71 %	70 %	52 %	48 %

A su vez, facilitan la vinculación del grupo académico en contextos colaborativos digitales para integrarlos en la práctica docente.

Por otra parte, los participantes presentan un nivel de adquisición medio en las competencias *Interacción mediante tecnologías digitales* y *Colaboración mediante canales digitales*, se sitúan en la escala conocida en los niveles C1 y B2, y en la escala utilizada en los niveles C2, B2 y B1. De este modo, se puede inferir que los participantes usan una gama de servicios de comunicación e interacción digital y de diferente tipología, puesto que tienen estrategias para la selección de uso de este. Promueven la participación de su comunidad en contextos colaborativos digitales para su integración, además, buscan, prueban y experimentan nuevas aplicaciones o recursos de trabajo colaborativo para su docencia.

En cuanto a las competencias *Netiqueta* y *Gestión de la identidad digital*, la mayoría de los participantes presentaron un nivel medio-bajo en la escala conocida en el nivel B1 y en la escala utilizada en los niveles B1, A2, A0. Significa que poseen menos conocimientos con esta competencia, lo que indica que saben que deben evitar el uso de palabras malinterpretadas en sus mensajes, escriben mensajes respetuosos acorde a los códigos de conducta aplicados en la comunidad en red. Son conscientes de lo que publica en la red y la imagen que los demás tienen de ellos. Solo proporcionan datos personales en sitios seguros y de confianza.

Creación de contenidos en entornos multimedia

En la Tabla 4 se enuncian las cuatro competencias que conforman esta área y las puntuaciones que han obtenido. En lo que respecta a la competencia *Desarrollo de contenidos digitales*, indican que los participantes tienen un nivel medio alto en comparación con las otras tres competencias, manifiestan en la escala conocida los niveles C1, B2 y B1 y en la escala utilizada en los niveles C1 y B1. Esto apunta a que los participantes crean materiales digitales en diferentes formatos mediante aplicaciones en línea, y usan programas de edición de imágenes, audio y vídeos para adaptarlos a su práctica docente. Además, planifican, desarrollan y evalúan actividades para que sus alumnos usen herramientas de producción de contenidos.

En lo que se refiere a las competencias *Derechos de autor y licencias*, *Programación*, e *Integración y reelaboración de contenidos digitales*, se evidencia un nivel medio en la escala conocida los niveles C1 y B1, y en la escala utilizada en los niveles B2 y B1. Esto permite evidenciar que la mayoría de los participantes buscan y localizan recursos digitales en la web con propósitos educativos. Respetan los derechos de autor de los contenidos en internet y realizan consultas para informarse sobre las recomendaciones sobre los derechos de autor.

También, se puede evidenciar que algunos participantes tienen menos conocimientos y capacidades en lo que respecta a estas últimas competen-

Tabla 3. Resultados específicos de las competencias que conforman el área 2: Comunicación y colaboración

Área	Conozco/utilizo Competencias	Estudiantes											
		1		2		3		4		5		6	
		C	U	C	U	C	U	C	U	C	U	C	U
Comunicación y colaboración	Interacción mediante tecnologías digitales	79 %	93 %	57 %	50 %	64 %	64 %	57 %	64 %	86 %	86 %	50 %	36 %
	Compartir información y contenidos	86 %	93 %	57 %	50 %	71 %	71 %	57 %	57 %	100 %	86 %	50 %	50 %
	Participación ciudadana en línea	86 %	86 %	86 %	57 %	71 %	71 %	71 %	71 %	100 %	100 %	57 %	57 %
	Colaboración mediante canales digitales	71 %	93 %	57 %	50 %	57 %	50 %	36 %	36 %	100 %	86 %	50 %	50 %
	Netiqueta	71 %	86 %	43 %	29 %	71 %	71 %	43 %	43 %	71 %	57 %	57 %	57 %
	Gestión de la identidad digital	57 %	57 %	43 %	0 %	71 %	71 %	43 %	43 %	57 %	57 %	43 %	29 %
	Nivel	76 %	87 %	57 %	43 %	67 %	65 %	51 %	52 %	89 %	81 %	51 %	46 %

Tabla 4. Resultados específicos de las competencias que conforman el área 3: Creación de contenido digital

Área	Conozco/utilizo Competencias	Estudiantes											
		1		2		3		4		5		6	
		C	U	C	U	C	U	C	U	C	U	C	U
Creación de contenido digital	Desarrollo de contenidos digitales	71%	73%	53%	39%	71%	71%	51%	51%	84%	84%	57%	53%
	Integración y reelaboración de contenidos digitales	71%	69%	37%	33%	40%	37%	43%	43%	66%	51%	40%	31%
	Derechos de autor y licencias	43%	43%	29%	29%	57%	50%	21%	14%	21%	21%	36%	36%
	Programación	64%	57%	57%	36%	50%	50%	43%	50%	43%	29%	50%	50%
	Nivel	67%	66%	46%	29%	57%	55%	44%	44%	65%	59%	48%	44%

cias, ubicándose en un nivel A1, se puede indicar que conocen y usan repositorios de recursos de la web, tanto para fines generales como educativos. Son conscientes de que algunos contenidos de internet tienen derechos de autor y saben que hay contenidos académicos de dominio público que pueden utilizar en su práctica, pero no saben cómo se deben nombrar o cuáles se pueden editar o reutilizar.

Conceptos de seguridad

Los datos de la Tabla 5 presentan las competencias con las puntuaciones obtenidas por los participantes. Así pues, los participantes tienen un nivel medio en las cuatro competencias que conforman esta área: Protección de datos personales e identidad digital, Protección del entorno, Protección de dispositivos y de contenido digital y Protección de la salud y el bienestar.

Esto señala que los participantes están en la escala conozco y uso en los niveles C1, B2, B1 y A2, significa que los participantes gestionan medidas de protección de la tecnología empleada en el aula, usan software específico como antivirus y lo actualizan con frecuencia para evitar amenazas. Saben proteger tanto su privacidad como la de otros en línea, como también promueven acciones para la protección de datos personales en aparatos y en la nube. Es consciente del uso correcto de las tecnologías y promueven el uso equilibrado de los estos en los estudiantes. Entienden sobre los riesgos del uso de las herramientas en algunos sitios web que corren sus dispositivos. Saben más o menos cómo protegerse a sí mismo y a otros del ciberacoso. Pueden, en ocasiones, diseñar actividades didácticas sobre protección digital de datos personales, la interacción social en la red, los riesgos a la salud

Tabla 5. Resultados específicos de las competencias que conforman el área 4: Seguridad

Área	Conozco/Utilizo Competencias	Estudiantes											
		1		2		3		4		5		6	
		C	U	C	U	C	U	C	U	C	U	C	U
Seguridad	Protección de dispositivos y de contenido digital	57%	57%	57%	29%	71%	71%	43%	43%	71%	29%	29%	29%
	Protección de datos personales e identidad digital	62%	62%	57%	48%	71%	71%	57%	29%	57%	62%	48%	57%
	Protección de la salud y el bienestar	71%	81%	57%	38%	71%	71%	29%	29%	62%	52%	57%	52%
	Protección del entorno	93%	93%	29%	29%	43%	43%	64%	64%	50%	50%	43%	43%
	Nivel	71%	75%	51%	35%	65%	65%	46%	48%	63%	51%	48%	46%

por el uso excesivo de la tecnología y cuentan con opiniones informadas sobre aspectos positivos y negativos del uso de esta.

Por otra parte, algunos se sitúan en el criterio utilizado, dado que realizan acciones básicas de protección de los dispositivos que emplean, toman precauciones para la protección de contenidos guardados en cualquier sistema. Son conscientes de los entornos en línea en el que pueden compartir información personal y de otros, y cómo puede afectar su salud si se utiliza mal.

Resolución de problemas

La Tabla 6 muestra los datos referidos a esta área que está conformada por cuatro CDD. Indica que los participantes se encuentran en un nivel medio en las competencias: Innovación y uso de la tecnología digital de forma creativa, Resolución de problemas técnicos e Identificación de necesidades y respuestas tecnológicas. Los participantes se ubican tanto en la escala conocida C1, B2 y B1, y en la escala utilizada en los niveles C2, C1, B2 y B1. De este modo, los participantes cuentan con un conocimiento amplio sobre las características de los dispositivos para resolver los problemas técnicos, que les permiten ayudar y colaborar a otros miembros. Resuelven problemas técnicos menos comunes relacionados con dispositivos que emplean en su práctica docente. Se mantienen informados y actualizados sobre los nuevos desarrollos tecnológicos. A su vez, les permiten tomar decisiones

informadas al seleccionar algún recurso digital y comprender cómo funcionan las nuevas herramientas, evaluando críticamente cuál es la más pertinente para sus objetivos de enseñanza.

Finalmente, los participantes demuestran un nivel bajo en la competencia Identificación de lagunas en la competencia digital, situándose en ambas escalas conozco-utilizo en un nivel A2. Esto supone que los participantes conocen los últimos avances sobre las competencias digitales e intentan actualizarse para mejorar en su práctica docente y realizar algunas actividades sencillas a través de las TIC.

Los hallazgos sobre las competencias digitales docentes (CDD) en los profesores en formación inicial revelan que aún queda un largo camino por recorrer para formar profesionales verdaderamente competentes en el ámbito digital. Asimismo, destacan la importancia de que los formadores identifiquen las necesidades formativas relacionadas con las CDD, reconozcan los factores que favorecen su fortalecimiento y generen las condiciones adecuadas para que los docentes en formación puedan aplicar sus habilidades, conocimientos y destrezas en la integración de las TIC en sus propuestas de enseñanza. En tal sentido, Jiang y Yu (2023) plantean que los docentes con CD podrán «ayudar a los estudiantes a utilizar las tecnologías digitales para el aprendizaje, la comunicación y la colaboración, mejorando así la calidad general de la educación y preparando mejor a los estudiantes para futuras oportunidades académicas y profesionales» (p. 8818).

Tabla 6. Resultados específicos de las competencias que conforman el área 5: Resolución de problemas.

Área	Conozco/utilizo	Estudiantes											
		1		2		3		4		5		6	
	Competencias	C	U	C	U	C	U	C	U	C	U	C	U
Resolución de problemas	Resolución de problemas técnicos	64 %	64 %	57 %	57 %	71 %	71 %	57 %	57 %	43 %	43 %	50 %	50 %
	Identificación de necesidades y respuestas tecnológicas	82 %	93 %	62 %	52 %	71 %	71 %	46 %	46 %	61 %	61 %	54 %	46 %
	Innovación y uso de la tecnología digital de forma creativa	79 %	96 %	50 %	43 %	71 %	71 %	46 %	43 %	57 %	57 %	50 %	43 %
	Identificación de lagunas en la competencia digital	71 %	79 %	43 %	36 %	71 %	71 %	36 %	36 %	79 %	64 %	50 %	50 %
	Nivel	76 %	87 %	49 %	43 %	71 %	71 %	46 %	45 %	60 %	57 %	51 %	46 %

En este estudio el área de Información y alfabetización informacional obtuvo mejores resultados en comparación con las demás áreas, esto coincide con los resultados obtenidos por Jiménez-Hernández *et al.* (2020) y Çebi y Reisoğlu (2020), quienes concluyeron que las áreas de menor desarrollo fueron las de resolución de problemas y de creación de contenidos digitales quizás porque sus programas de formación en estas competencias tienen un enfoque más en la construcción de conocimientos teóricos que en desarrollar este tipo de competencias. Es preciso mencionar que en esta área los participantes presentaron puntuaciones más significativas en la escala de conocimiento en comparación con la escala «utilizo». Esto señala que los participantes en esta área cuentan con un conocimiento más heterogéneo, que engloba la navegación y búsqueda avanzada, así como filtrado, evaluación, almacenamiento y recuperación de la información para propósitos de su práctica docente. Situación que coincide con los hallazgos obtenidos por Cabezas *et al.* (2014) y Romero-García *et al.* (2020), quienes encontraron en los participantes valoraciones altas en la búsqueda, análisis y evaluación de la información en internet. Por otra parte, coincidimos con León y Cisneros, (2021) al considerar que esta CD es fundamental para promover

nuevas formas de enseñar y aprender con la integración eficaz de las TIC, donde se empleen las tecnologías para innovar en los procesos de enseñanza aprendizaje y así cumplir eficientemente con objetivos educativos planteados para procurar la mejora continua del proceso educativo. (p. 108)

Así mismo, estamos de acuerdo con Reisoğlu y Çebi (2020) cuando establecen que «los docentes en formación desarrollaron sus conocimientos y habilidades para obtener contenidos digitales de diversas fuentes y planificar el proceso de búsqueda» (p. 10).

Como se afirmó arriba, siendo el área de Información y alfabetización informacional con mejores puntuaciones obtenidas por los participantes, es necesario generar procesos de mejora en la formación inicial que contribuya al fortalecimiento de esta área, específicamente en el uso de las competencias. Cabezas *et al.* (2014) señalan que para que los docentes

sean competentes en esta área, deben desarrollar aptitudes que puedan transmitir las adecuadamente a sus estudiantes y fomentar la competencia digital en ellos.

De manera complementaria, para el desarrollo de dicha área en el fortalecimiento del uso de estas competencias para la formación inicial de los docentes, los investigadores Silva, Morales *et al.* (2019), Silva, Usart *et al.* (2019) y Silva *et al.* (2018) han propuesto recomendaciones que brindan apoyo a nivel formativo con la debida adecuación a las condiciones del contexto local. Entre estas recomendaciones se encuentran: dar a conocer estrategias que permitan acceder a diferentes fuentes científicas y promover el análisis de la información para determinar el uso académico de los recursos tecnológicos.

Así como en el estudio de Jiménez-Hernández *et al.* (2020), el área de Comunicación y colaboración fue otra de las más sobresalientes por las puntuaciones obtenidas. Posiblemente se debe al ambiente de aprendizaje dado en la formación inicial, donde se fomenta la interacción entre pares, con profesores formadores, con sus estudiantes y la comunidad, a través de entornos y medios digitales de forma colaborativa, y en la difusión de información y materiales educativos en la red. Precisamente esta área la componen competencias clave con las que debe contar el docente y que son imprescindibles para la inclusión en la sociedad del conocimiento a lo largo de su formación y ejercicio profesional. Estas CDD se estriban en el conocimiento sobre los usos de las tecnologías digitales y las redes para la colaboración, recolección de información y toma de decisiones (Romero-García *et al.*, 2020).

Sin embargo, con respecto a las competencias Netiqueta y gestión de la identidad digital que conforman esta área, se evidencia un desarrollo incipiente tanto en la escala conozco y utilizo. Por tanto, es preciso brindar una formación específica a los docentes en aspectos relacionados sobre las principales amenazas digitales a las que pueden estar expuestos en la red y que pueden afectar a sus estudiantes. De igual manera, que estos conocimientos les permitan iniciar una serie de acciones ante la amenaza digital, y promover en la comunidad educativa protocolos de actuación en el uso responsable de la tecnología digital.

En este sentido, Silva *et al.* (2018) brindan una serie de recomendaciones que contribuyen a la mejora de esta área:

- Fomentar y comunicar las formas de citar y considerar la propiedad intelectual en fuentes digitales o web.
- Incluir explicaciones del significado y alcance actual de derecho de autor.
- Generar espacios de formación online que potencien la utilización de las tecnologías digitales para comunicar y compartir sus conocimientos.
- Generar parámetros y orientaciones de uso de la social media (redes sociales) para fomentar el uso de estas en el marco formativo o educacional e institucional. (p. 21)

Respecto al área de Creación de contenido digital los resultados revelan el poco desarrollo de CDD en la elaboración de contenidos digitales y programación.

Estos resultados concuerdan con el estudio realizado por Prendes *et al.* (2010) sobre el análisis de las competencias para el uso de las TIC en futuros maestros de la Universidad de Murcia, en los hallazgos correspondientes a estas competencias obtuvieron resultados muy bajos. También, como ha revelado el estudio realizado por Fuentes *et al.* (2019), los futuros docentes no tienen las destrezas digitales para la creación de contenidos digitales y sus resultados son deficitarios en esta área. Al igual que en el estudio de Çebi1 y Reisoğlu (2020) y Jiménez-Hernández *et al.* (2020), los profesores en formación inicial tienen un bajo nivel de esta área.

Este acaecimiento muestra la pertinencia de estas competencias en la actualidad para que el futuro docente pueda llevar con eficacia la enseñanza y aprendizaje de las ciencias desde una perspectiva innovadora y con fundamento en la selección, adaptación o creación de contenido digital. En consecuencia, esto exige del docente una formación específica con destrezas para gestionar sus recursos y afrontar los problemas derivados de su creación y puesta en práctica (Fombona y Pascual, 2017, citada en Fuentes *et al.*, 2019).

Por otro lado, en el área de seguridad los resultados generales que arrojó el cuestionario demuestran que los docentes presentan un desarrollo medio de

CDD en la escala conozco y utilizo, lo cual permite constatar que los participantes están expuestos al riesgo digital, posiblemente no toman precauciones, por ejemplo, para evitar el riesgo de la información que comparten y los dispositivos, o realizar copias de seguridad de la información almacenada. Estos resultados están en consonancia con los expuestos por Gallego-Arrufat *et al.* (2019), quienes al evaluar el nivel de competencia obtuvieron un nivel medio, afirmando que es escasa la formación que reciben los futuros docentes sobre el uso seguro y responsable del internet, además, constatan que son pocas las investigaciones que giran torno al área de seguridad en la educación superior.

El área de resolución de problemas en el marco de referencias es transversal. Se hace necesario que los formadores de formadores propicien experiencias de aprendizaje «problemáticas» que implique a los docentes en formación brindar una respuesta apoyados en la tecnología digital en los procesos que deban realizar, como en la identificación de necesidades, planificación del trabajo o la evaluación. Al mismo tiempo, que puedan emplear la tecnología de forma creativa e innovar, generar conocimiento y diseñar estrategias para mejorar su competencia, de esta manera, concordamos con Romero-García *et al.* (2020) cuando plantean que se deben diseñar e implementar «actividades colaborativas apoyadas en la utilización de recursos digitales, el futuro docente se enfrenta a tareas y problemas de interés y con significación en relación con la enseñanza de las matemáticas en el aula» (p. 197).

Conclusiones

Según los datos del cuestionario se ha analizado cada área con las competencias que lo integran, los hallazgos muestran diferencias significativas entre las áreas y entre las de cada área obtenidas por los participantes. Esto fue posible a una de las fortalezas del cuestionario, que consiste en la valoración total por área y por cada competencia en dos escalas, una sobre el conocimiento y otra la utilización que el docente emplea de la tecnología en el aula.

Derivado de los resultados, una investigación que se debe realizar puede consistir en promover la generación de contenidos digitales porque será fundamental para la enseñanza en el futuro próximo,

así como lo sugieren Maiier y Koval (2021) «los profesores en formación deben ser capaces de seleccionar, analizar y evaluar los recursos digitales» (p. 18).

Es pertinente que el formador de formadores realice la evaluación de las CDD, dado que es la persona que posee un panorama sobre las necesidades del profesorado y quien puede informar sobre cómo mejorar su competencia para diseñar propuestas específicas. De esta manera, indagar en el perfil de los docentes en formación inicial para identificar conocimientos, capacidades y actitudes sobre su competencia digital, es una actividad importante y un punto de partida a nivel formativo para el diseño de actividades en asignaturas.

A partir de lo anterior, una investigación que es necesaria realizar apunta a establecer la relación entre el desarrollo de competencias digitales y el pensamiento computacional en profesores en formación inicial, en concordancia con lo planteado por Esteve-Mon *et al.* (2020) cuando indican que existen pocas publicaciones que profundicen sobre dicha conexión ni tampoco en la formulación de lineamientos que permitan la promoción tanto de las CD como del pensamiento computacional.

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
- Cabezas, M., Casillas, S. y Pinto, A. M. (2014). Percepción de los alumnos de Educación Primaria de la Universidad de Salamanca sobre su competencia digital. *Edu-tec: Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (48), a275. <https://doi.org/10.21556/edutec.2014.48.156>
- Cabrera, H. G., Viafara, R., Espinosa, A., Barona, A. C., Riascos, I. A., Escobar, A. F., Bermúdez, J. D. y Barrera, J. M. (2022). Press Start: acercamiento conceptual a los videojuegos educativos y las competencias digitales. En *Los videojuegos educativos y las competencias digitales en la enseñanza de las ciencias* (pp. 13-33). Programa Editorial Universidad del Valle. <https://libros.univalle.edu.co/index.php/programaeditorial/catalog/view/707/516/3614>
- Çebi, A. y Reisoğlu, İ. (2020). Digital competence: a study from the perspective of pre-service teachers in Turkey. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 9, 294-308. <https://doi.org/10.7821/naer.2020.7.583>
- Cerda, H. (2008). *Los elementos de la investigación: Cómo reconocerlos, diseñarlos y construirlos* (3.ª ed.). Editorial El Búho.
- van Deursen, A., Helsper, E. J. y Eynon, R. (2014). *Measuring digital skills: From digital skills to tangible outcomes project report*. University of Twente.
- Esteve-Mon, F. M., Llopis Nebot, M. Á. y Adell-Segura, J. (2020). Digital competence and computational thinking of student teachers. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 15(2), 29-41. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i02.11588>
- Flick, U. (2004). *Introducción a la investigación cualitativa*. Ediciones Morata.
- Fuentes, A., López, J. y Pozo, S. (2019). Análisis de la competencia digital docente: factor clave en el desempeño de pedagogías activas con realidad aumentada. *REICE: Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 17(2). <https://doi.org/10.15366/reice2019.17.2.002>
- Gallego-Arrufat, M. J., Torres-Hernández, N. y Pessoa, T. (2019). Competencia de futuros docentes en el área de seguridad digital. *Comunicar*, (61), 57-67. https://www.scipedia.com/public/Gallego-Arrufat_et_al_2019a
- González, V., Román, M. y Paz, M. (2018). Formación en competencias digitales para estudiantes universitarios basada en el modelo DigComp. *Edu-tec: Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (65), 1-15. <https://doi.org/10.21556/edutec.2018.65.1119>
- Holgúin-Álvarez, J., Apaza-Quispe, J., Ruiz, J. M. y Picoy, J. A. (2021). Competencias digitales en directivos y profesores en el contexto de educación remota del año 2020. *Revista Venezolana de Gerencia*, 26(94), 623-643.
- 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
- Jiang, L. y Yu, N. (2023). Developing and validating a teachers' digital competence model and self-assessment instrument for secondary school teachers in China. *Education and Information Technologies*, 29(7), 8817-8842. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12182-w>
- Jiménez-Hernández, D., González-Calatayud, V., Torres-Soto, A., Martínez Mayoral, A. y Morales, J. (2020). Digital competence of future secondary school teachers: differences according to gender, age, and branch of knowledge. *Sustainability*, 12(22). <https://doi.org/10.3390/su12229473>
- Latorre, A., del Rinón, D. y Arnal, J. (1996). *Bases metodológicas de la investigación educativa*. Gráficas.
- León, J. P. y Cisneros, P. F. (2021). Competencias y recursos digitales para la enseñanza aprendizaje en educación básica superior. *Revista Científica*, 6(20). <https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2021.6.20.5.92-112>
- Maiier, N. y Koval, T. (2021). How to develop digital competence in pre-service FL teachers at university level. *Advanced Education*, 8(18), 11-18. <https://doi.org/10.20535/2410-8286.227639>
- McGar, O. y McDonagh, A. (2020). Exploring the digital competence of pre-service teachers on entry onto an initial teacher education programme in Ireland. *Irish Educational Studies*, 40(1), 115-128.
- Martín, A. M., Pérez, L. y Jordano, M. (2020). Las competencias digitales docentes en entornos universitarios basados en el Digcomp. *Educación en Revista*, 36. <https://doi.org/10.1590/0104-4060.75866>
- Park, Y. (2016). *Las habilidades digitales que nuestros niños deberían aprender*. Foro Económico Mundial. <https://es.weforum.org/agenda/2016/09/las-habilidades-digitales-que-nuestros-ninos-deberian-aprender-9d4a9cf8-5d1c-480c-ac7e-9624eb5aa425/>
- Prendes, M. P., Castañeda, L. y Gutiérrez, I. (2010). Competencias para el uso de TIC de los futuros maestros. *Comunicar*, 18(35), 175-182.
- Reisoğlu, İ. y Çebi, A. (2020). How can the digital competences of pre-service teachers be developed? Examining a case study through the lens of DigComp and DigCompEdu. *Computers & Education*, 156, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103940>
- Romero-García, C., Buzón-García, O., Sacristán-San Cristóbal, M. y Navarro-Asencio, E. (2020). Evaluación de un programa para la mejora del aprendizaje y la competencia digital en futuros docentes empleando metodologías activas. *Estudios sobre Educación*, 39, 179-205. <https://doi.org/10.15581/004.39.179-205>
- Roig, R. y Pascual, A. M. (2012). Las competencias digitales de los futuros docentes: un análisis con estudiantes de Magisterio de Educación Infantil de la Universidad de Alicante. *@tic: Revista D'innovación Educativa*, (9), 53-60.
- Silva, J., Lázaro, J. L., Miranda, P. y Canales, R. (2018). El desarrollo de la competencia digital docente durante la formación del profesorado. *Opción*, 34(86), 433-449.
- Silva, J., Morales, M.-J., Lázaro-Cantabrana, J.-L., Gisbert, M., Miranda, P., Rivoir, A. y Onetto, A. (2019). La competencia digital docente en formación inicial: estudio a partir de los casos de Chile y Uruguay. *Archivos Analíticos de Políticas Educativas*, 27(93), 1-30. <https://doi.org/10.14507/epaa.27.3822>
- Silva, J., Usart, M. y Lázaro-Cantabrana, J.-L. (2019). Competencia digital docente en estudiantes de último año de Pedagogía de Chile y Uruguay. *Comunicar*, 27(61), 33-43. <https://doi.org/10.3916/C61-2019-03>
- Tourón, J., Martín, D., Navarro, E., Pradas, S. e Íñigo, D. V. (2018). Validación de constructo de un instrumento para medir la competencia digital docente de los profesores (CDD). *Revista Española de Pedagogía*, 76(269), 25-54. <https://doi.org/10.22550/REP76-1-2018-02>
- Universidad Internacional de la Rioja (s. f.). *Cuestionario de Competencias Digitales Docentes*. Grupo de Metodologías Activas y Mastery Learning, UNIR. <https://www.competenciasdigitalesdocentes.es/api/cdd/cddapp>

Capítulo 3

Hallazgos obtenidos a partir de la implementación de la propuesta de formación para el desarrollo de CDD en profesores en formación inicial de ciencias naturales

DOI: 10.25100/peu.864.cap3

 Robinson Viafara-Ortiz,  Andrés Espinosa Ríos,
 Miyerdady Marín Quintero,  Henry Giovany Cabrera Castillo

Resumen

El capítulo presenta y analiza los hallazgos de la implementación de una propuesta de formación en Competencias Digitales Docentes (CDD) para profesores en formación inicial de ciencias naturales. Se empleó una metodología cualitativa en tres etapas: fundamentación, trabajo de campo y conclusiones, con una muestra de cinco participantes seleccionados por conveniencia. Se utilizaron dos instrumentos principales: un cuestionario diagnóstico y un formulario de «Valoración del desarrollo de CDD», junto con el uso de E-portafolios. Los resultados revelaron un nivel medio/bajo de competencia digital en algunos participantes, evidenciando una falta de planificación en sus prácticas docentes para desarrollar esta habilidad. Aunque los participantes demostraron habilidades en la selección e incorporación de recursos digitales en sus actividades, no explicitaron estrategias de búsqueda ni consideraron aspectos como credibilidad y fiabilidad de los recursos. En el ámbito de la enseñanza y el aprendizaje, se observó un enfoque hacia el refuerzo del aprendizaje mediante actividades digitales, destacando el uso de herramientas de comunicación digital y actividades colaborativas. En resumen, la evaluación del desarrollo de las CDD aportó cinco implicaciones para su incorporación en la formación de profesores en relación con la integración de recursos digitales, pensamiento crítico, trabajo colaborativo, acompañamiento situado, incremento de la cultura digital y diseño de situaciones de aprendizaje, enfatizando la necesidad de orientar la adquisición y desarrollo de estas competencias desde la reflexión y la toma de decisiones conscientes para su integración pedagógica efectiva.

Palabras clave: competencias docentes digitales (CDD), profesores en formación inicial, propuesta de formación, recursos digitales, práctica reflexiva.

Abstrac

The chapter presents and analyzes the findings of implementing a training proposal in Digital Teaching Competencies (DTC) for pre-service teachers of natural sciences. A qualitative methodology was employed in three stages: background,

fieldwork, and conclusions, with a sample of five participants selected by convenience sampling. Two main instruments were used: a diagnostic questionnaire and a «DTC Development Assessment» form, along with the use of E-portfolios. Results revealed a medium/low level of digital competency in some participants, indicating a lack of planning in their teaching practices to develop this skill. While participants demonstrated skills in selecting and incorporating digital resources into their activities, they did not explicitly articulate search strategies or consider aspects such as resource credibility and reliability. In the realm of teaching and learning, an emphasis on reinforcing learning through digital activities was observed, with the use of digital communication tools and collaborative activities standing out. In summary, the evaluation of DTC development yielded five implications for their incorporation into teacher training concerning the integration of digital resources, critical thinking, collaborative work, situated support, increased digital culture, and the design of learning situations, emphasizing the need to guide the acquisition and development of these competencies through reflection and conscious decision-making for effective pedagogical integration.

Keywords: Digital Teaching Competencies (DTC), pre-service teachers, training proposal, digital resources, reflective practice.

Introducción

La sociedad del siglo XXI exige una profunda transformación a la educación científica, acorde a las nuevas exigencias para formar ciudadanos competentemente en sus diferentes ámbitos. Sin embargo, para lograr lo anterior, los docentes y sistemas educativos deben enfrentar dos desafíos. El primer desafío es brindar una educación que le permita a los ciudadanos tener la posibilidad de participar en su sociedad (Spires, 2008). El segundo desafío está asociado a la necesidad de adquirir las competencias digitales necesarias para desenvolverse en la sociedad del conocimiento y disminuir gradualmente la brecha digital (van Deursen y van Dijk, 2014).

Es importante destacar que esta transformación ha encontrado dificultades para superar estos desafíos en el entorno escolar. Esto se debe tanto

por el bajo nivel de apropiación de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) por parte de los docentes al llevar a cabo su profesión, y también por aspectos logísticos como las dificultades de acceso y uso de ellas por su escasa disponibilidad y débil conectividad a internet (Cabrera *et al.*, 2022).

Estas dos situaciones generalmente se han abordado de manera remedial o correctiva. Es decir, mediante el desarrollo de procesos de formación en competencias digitales genéricas a docentes en ejercicio y la compra y dotación de equipos de cómputo. Cabe mencionar que ambas soluciones en la mayoría de las ocasiones se realizan de manera descontextualizada y homogénea y, por tanto, no responde a las necesidades reales que tiene el profesorado para desempeñarse de mejor manera en su contexto profesional (Álvarez y Romero, 2007). En lo relativo a la formación de los docentes, esta frecuentemente es realizada por expertos en el conocimiento tecnológico enfocándose en la formación técnica e instrumental del manejo del computador y el uso de recursos tecnológicos, sin el análisis y reflexión pedagógica y didáctica necesaria para el diseño o uso de este tipo de materiales en procesos de enseñanza (Sefo *et al.*, 2017).

Esta situación cambia muy poco cuando detallamos la formación inicial que reciben los educadores en ciencias en relación con las tecnologías, la cual, generalmente, se enfoca en la alfabetización digital y no en el desarrollo de competencias digitales docentes (CDD) (Borthwick y Hansen, 2017). Es decir, se prioriza el desarrollo de habilidades técnicas en el uso de herramientas y sistemas digitales considerados apropiados para entornos educativos (Admiraal *et al.*, 2016). Lo anterior se realiza sin tener en cuenta el contexto en el que se desempeñará profesionalmente el docente. Esta formación es insuficiente e inadecuada porque no se da la oportunidad de aplicar los conocimientos y habilidades construidas en el contexto escolar y los profesores en formación a menudo no se sienten preparados para utilizar estas herramientas de manera efectiva en contextos pedagógicos reales (Kaminskiené *et al.*, 2022).

Es por esto que se destaca la importancia de abordar dicha formación de manera que este profesional en formación desarrolle conscientemente la capacidad de integrar pedagógicamente las TIC y sus recursos en los procesos de enseñanza y aprendizaje

reales (Negre *et al.*, 2018). Según lo anterior, se considera que la formación en competencias digitales docentes se debe desarrollar de manera contextualizada y acorde a los propósitos de formación de los futuros licenciados. De manera que los docentes desarrollen las competencias docentes que los faculte para que, mediante la reflexión crítica de los aportes reales de las TIC en la educación, lleguen a contribuir a que sus estudiantes construyan formas de pensar y de vivir en el mundo, a partir del acceso y uso a las tecnologías digitales como herramientas para relacionarse e integrarse al mundo (Livingstone, 2012).

Un caso en particular en los procesos de formación de CDD es el de los docentes en ciencias naturales. Esto se debe a que ellos requieren una formación especial de acuerdo con la naturaleza abstracta, compleja, dinámica y multimodal del conocimiento (científico) a enseñar y aprender. Es por esto que los docentes requieren de competencias para diseñar, usar recursos o medios que le permitan representar de manera eficiente los conocimientos, fenómenos y procesos de las ciencias naturales. Lo necesario para apoyarse para evitar las dificultades de aprendizaje derivadas de la enseñanza basada en medios didácticos convencionales.

Es por lo anterior que se considera fundamental que los docentes de ciencias desarrollen CDD. Partiendo de reconocer la capacidad que tienen las TIC de representar la realidad de manera interactiva, compleja, dinámica y multimodal a través de simulaciones, animaciones, laboratorios, programas, videojuegos, entre otros. Considerando que en estas los docentes tienen una importante alternativa para mejorar los procesos de construcción del conocimiento y competencias científicas (Abella y García, 2010; Alejandro y Perdomo, 2009; Litwak *et al.*, 2009; Occelli *et al.*, 2017; Talanquer, 2014).

Entre las problemáticas relacionadas con las competencias digitales docentes en la formación inicial se identifica la debilidad que se han presentado en su formación y el escaso acompañamiento para apropiarse las tecnologías digitales en el momento de integrarlas en su práctica de clase (Partida *et al.*, 2015). En el contexto colombiano, según el documento CONPES 3988 DNP de 2020:

Desde el año 2004, CPE ha implementado la Estrategia de Innovación Educativa y Uso de las TIC para el Aprendizaje (ETICA@) para fortalecer la

apropiación de los docentes, directivos y padres de familia para incidir directamente en el desarrollo de competencias en los estudiantes. (Departamento Nacional de Planeación, 2020, p. 33)

Esta formación se ha dado a través de diplomados dirigidos a docentes (DocenTIC, InnovaTIC, TecnoTIC) y directivos (DirecTI). Sin embargo, según estudios realizados los resultados obtenidos con los docentes formados han demostrado que los impactos no han sido los esperados. Esto lo evidencian cuando hacen referencia a que las instituciones encargadas de la formación del profesorado escasamente participan en el diseño y evaluación de programas de formación de docentes en TIC, además se desconoce la importancia de integrar las competencias digitales docentes con los aspectos programáticos, didácticos y pedagógicos del plan de estudio que hacen parte del proceso de los programas académicos de licenciatura, lo cual conlleva al escepticismo frente a la tecnología (Universidad Nacional de Colombia, 2018).

El desconocimiento de estas competencias limita en los futuros docentes la comprensión del potencial de las tecnologías para el desarrollo de los procesos de aprendizaje, la ampliación del acceso a la educación con calidad y la participación de la población en el contexto, los retos y las áreas que plantea la Cuarta Revolución Industrial en Colombia (Leal, 2020). Al respecto, los planes y estrategias de los programas académicos de licenciatura en la actualidad continúan preparando al profesorado insuficientemente en el conocimiento de los modelos y principios del uso de las TIC en la práctica educativa, no logran la integración entre lo que aprenden y las situaciones institucionales que deberán resolver, es escaso el desarrollo de experiencias, conocimientos y competencias digitales docentes necesarios para integrar tecnologías en el aula (Leal, 2020). En este sentido, es fundamental realizar investigaciones centradas en el desarrollo CDD desde la formación inicial que faculten a los docentes a analizar y determinar los recursos tecnológicos apropiados para implementar en sus clases.

Los recursos tecnológicos tienen una alta relevancia social y cultural y una permanente actualización en el campo educativo. Esto ha originado líneas de investigación emergentes que se enfocan

en estudiar e investigar la efectividad y pertinencia de su vinculación al proceso educativo a través de la gamificación (Kapp, 2012), el aprendizaje basado en el uso de juegos (Squire, 2006), el aprendizaje ubicuo (Cope y Kalantzis, 2010), la realidad aumentada (Wu *et al.*, 2013), aprendizaje móvil (Santiago y Trinaldo, 2015) y en la formación inicial de profesores de ciencias (Abella y García, 2010; Gros-Salvat, 2000; Sánchez, 2013) mediante la integración de elementos multimedia, simulaciones, animaciones, que le otorgan a dicha formación características dinámicas, atrayentes e interactivas que bajo una orientación adecuada fomenta el trabajo colectivo, la interpretación, el desarrollo de competencias y despierta el interés en profundizar en temáticas de diversa índole para quienes los utilizan.

A partir de lo anterior se puede determinar que existe una importante oportunidad de influir significativamente en el estado de la enseñanza de las ciencias a través de la intervención del proceso de formación inicial de docentes. En este caso, tanto la formación en CDD, como el análisis y uso de recursos tecnológicos emergentes tienen fuertes conexiones, se entrelazan o conectan entre sí, teniendo como eje de referencia el interés y la necesidad que existe en el análisis, por ello, este capítulo se enfoca en documentar los principales hallazgos obtenidos a partir de la implementación de la propuesta de formación para la promoción de CDD en profesores de ciencias naturales en formación inicial por medio del uso de recursos digitales.

Marco teórico

Los educadores tienen el reto de conseguir innovaciones educativas sostenibles mediante la incorporación y uso de las TIC como eje transversal para fortalecer los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación en todos los niveles educativos (Wang y Zhang, 2024). En ese sentido, la relevancia de las TIC radica no solo en su capacidad de representación de la realidad, o sus fortalezas para potenciar procesos comunicativos e informativos, sino también en que su uso favorece transformar los roles en el proceso, además de promover el trabajo colaborativo. En ese sentido, las TIC pueden llegar a impactar positivamente las dinámicas escolares en las instituciones educativas, promoviendo que estas

replanteen las formas y modelos de enseñanza que se utilizan en el proceso de enseñanza, aprendizaje y evaluación (Alarcón *et al.*, 2013).

Este reto se profundiza en la educación en ciencias teniendo en cuenta la naturaleza de los conocimientos y procesos que se abordan en el aula de ciencias, los cuales por los altos niveles de abstracción y complejidad dificultan su comprensión. Lo anterior implica la necesidad y pertinencia de que en la formación inicial de profesores de ciencias esté presente el desarrollo de competencias digitales docentes, de procesos investigativos, innovación didáctica, trabajo colaborativo y puesta en práctica de todo el conocimiento adquirido durante su vida académica (Gros-Salvat, 2012; Talanquer, 2009; Tamayo-Alzate, 2006). A continuación, presentamos una conceptualización de las competencias digitales docentes y su clasificación, los recursos digitales y los videojuegos educativos, según nuestro interés investigativo.

Conceptualización de competencias digitales docentes (CDD) y su clasificación

Los procesos y los conocimientos que se enfocan en brindar las capacidades necesarias para que los docentes puedan integrar efectivamente la tecnología en procesos educativos han tenido diversos enfoques y denominaciones. En ese trayecto de construcción de una identidad o consenso sobre estos constructos teóricos se han aceptado denominaciones tales como: alfabetización digital, conocimiento tecnológico pedagógico del contenido (Koehler y Mishra, 2009), competencias digitales docentes, entre otras. Según los intereses investigativos que orientan este documento el enfoque y la denominación seleccionada es el de competencias digitales docentes.

Al respecto, cada uno de estos enfoques es consistente con que los docentes deben desarrollar un conocimiento específico que les permita integrar pedagógicamente la tecnología en su desempeño profesional (Du Plessis y Webb, 2012). Es decir, de acuerdo con la influencia de la tecnología en todas las labores, en la actualidad se considera necesario que los docentes desarrollen un conocimiento que va más allá del conocimiento disciplinar y pedagógico. A saber, se requiere que construyan conocimiento tecnológico y que, con base en este, desarrollen un

nuevo conocimiento que les permita la integración efectiva de la tecnología y sus recursos en su labor profesional.

En este sentido, Redecker (2017) plantea que las competencias digitales docentes son el conjunto de habilidades necesarias para que un docente use e integre de manera efectiva y pedagógica la tecnología en sus prácticas educativas. De acuerdo a esto, en este proceso de investigación se conceptualizan las CDD como los conocimientos, habilidades y actitudes que son necesarias para que un docente identifique, implemente y evalúe de manera crítica y propositiva la integración pedagógica efectiva de las TIC y los recursos digitales en el diseño e implementación de los diferentes procesos de su práctica profesional e investigativa en los marcos de la formación de estudiantes empoderados para la construcción significativa de aprendizajes personales y sociales.

La Comisión Europea desarrolló el Marco Europeo de Competencias Digitales Docentes (DigCompEdu). Este marco está dirigido a todos los educadores sin importar los niveles, contextos y especialidades de la educación, formal y no formal en que se desempeñen. El marco DigCompEdu determinó seis áreas de competencia en las que se incluyen veintidós competencias digitales, basadas en las necesidades que requieren los educadores: compromiso profesional, recursos digitales, enseñanza y aprendizaje, evaluación, empoderar a los estudiantes y facilitar la competencia digital de los estudiantes (Figura 1).

Para el proceso investigativo realizado, nos enfocamos en el área de recursos digitales.

Recursos digitales

Desde el marco DigCompEdu se plantea que los docentes acuden a diversos recursos digitales de índole educativo para utilizarlos en la enseñanza. En este sentido, es clave y necesario gestionarlos, identificar los que se adaptan a los objetivos de aprendizaje planteados, y en caso de ser necesario llegar a transformar, incluir o desarrollar aquellos recursos digitales que requiera para apoyar y gestionar su proceso de enseñanza. Lo anterior implica que el docente debe estar preparado para la selección, creación, modificación de los recursos y la protección, gestión e intercambio de contenidos digitales (Redecker, 2017, p. 20). Una de las mayores exigencias que el docente tiene es comprender el lenguaje hipertextual y multimedial que es propio de este tipo de recursos.

Videojuegos educativos

Manesis (2020) hace una clasificación sobre los videojuegos educativos denominándolos «juegos educativos digitales», en esta establece la existencia de tres tipos de ellos (juegos educativos, juegos de ocio y juegos de ocio educativos). Los juegos educativos son aquellos diseñados para apoyar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Es importante anotar que dentro de esta categoría están: los «juegos epistémicos», los «juegos serios», las

Figura 1. Áreas y competencias digitales docentes

1. Compromiso profesional 1.1. Gestión de datos 1.2. Comunicación de la organización 1.3. Colaboración profesional 1.3. Práctica reflexiva 1.5. Desarrollo profesional continuo digital (CPD)	4. Evaluación digital 4.1. Formatos de evaluación 4.2. Analizar pruebas 4.3. Retroalimentación y planificación
2. Recursos digitales 2.1. Selección de recursos digitales 2.2. Organizar, comparar y publicar 2.3. Creación y modificación	5. Empoderar a los estudiantes 5.1. Accesibilidad e inclusión 5.2. Diferenciación y personalización 5.3. Participación
3. Pedagogía digital 3.1. Instrucción 3.2. Interacción profesor-alumno 3.3. Colaboración de los estudiantes 3.4. Aprendizaje autodirigido	6. Facilitar la competencia digital de los estudiantes 6.1. Información y alfabetización mediática 6.2. Comunicación y colaboración digital 6.3. Creación de contenido digital 6.4. Bienestar 6.5. Solución digital de problemas

«simulaciones basadas en juegos» y los de «entretenimiento educativo». Los juegos de ocio o de entretenimiento son aquellos juegos comerciales que no tienen como propósito promover aprendizajes escolares, pero que no excluyen su posibilidad. Finalmente, los juegos de ocio educativo son aquellos juegos comerciales que pueden apoyar los procesos en el aula de clases.

En ese mismo orden de ideas, Bernaus y Calvo (2016) plantean que los videojuegos que son diseñados con fines educativos adquieren el nombre de videojuegos educativos (VE) que tienen como propósito promover y favorecer la construcción del conocimiento, desarrollo y fortalecimiento de habilidades y competencias en los estudiantes.

Padilla (2011) plantea que los VE se diseñan con dos intenciones, la primera es brindar entretenimiento y la segunda, ayudar a los procesos de mediación educativa; así se espera que las dos intenciones favorezcan una retroalimentación que permita identificar y registrar lo aprendido en cada actividad del juego. Por lo tanto, un VE debe tener características de un videojuego comercial con un diseño atractivo para quien lo utilice y con la inclusión de elementos pedagógicos-didácticos que le permitan al usuario tener un beneficio educativo, de esta forma se fortalecen los procesos de construcción de conocimiento, y el fortalecimiento y desarrollo de competencias y habilidades.

En esta investigación, los videojuegos educativos se definen como programas digitales interactivos estratégicamente diseñados para influir positivamente en los procesos educativos. Esta influencia se logra mediante la fusión del entretenimiento y el aprendizaje, a través de desafíos estructurados en torno a contenidos educativos específicos. Por esta razón, estos juegos presentan actividades desafiantes y estimulantes que invitan a los usuarios a participar de manera voluntaria en su contenido, siguiendo reglas predefinidas dentro de un marco temporal y espacial concreto. El objetivo de este es fomentar la construcción de conocimientos lúdicos y formales.

Es importante destacar que existen diversos autores que destacan el potencial de los videojuegos para el desarrollo de procesos educativos. En ese sentido, Gee (2006) plantea que los videojuegos son herramientas efectivas para el aprendizaje. Al respecto, el autor argumenta que a través de ellos se

pueden obtener aprendizajes complejos, desarrollo de habilidades cognitivas como la resolución de problemas, el aprendizaje colaborativo, la toma de decisiones y el pensamiento crítico. En síntesis, los videojuegos educativos contribuyen con el aprendizaje si se diseñan adecuadamente y se integran inteligentemente en contextos educativos.

Metodología

Para establecer una solución al problema que orientó esta investigación y que se concreta en la pregunta: ¿Cómo promover las competencias digitales en profesores en formación inicial de ciencias naturales mediante videojuegos educativos? Se adoptó el enfoque metodológico de la investigación cualitativa materializado a través de la metodología de investigación-acción participativa, en la medida en que esta permite enfatizar en la comprensión e interpretación de la realidad educativa desde los significados de las personas implicadas en los contextos educativos.

Lo anterior convierte la investigación en un proceso formativo que lleva a la producción de conocimientos y al logro de acciones transformadoras para los sujetos participantes. Esto, nos conduce a involucrar un proceso de seguimiento en el que se registran resultados dados en la etapa de formación e implementación, es decir, desarrollar una evaluación formativa que permita conocer el progreso y las dificultades encontradas en los participantes de una manera más específica, en el desempeño individual y colectivo (Cerdeña 2008; Flick 2004, Latorre *et al.*, 1996). Con base en esto, se tiene que la riqueza de este enfoque de investigación es la flexibilidad y la interactividad, razón por la cual adquiere relevancia y valor la recolección de información a través de diferentes instrumentos (Cabrera *et al.*, 2021).

El caso estudiado

Por otro lado, los participantes en este proceso de investigación se seleccionaron a través del interés expresado por ellos por participar y de un muestreo por conveniencia debido a que en este proceso se buscaba «obtener la mejor información en el menor tiempo posible, de acuerdo con las circunstancias concretas que rodean tanto al investigador como a los sujetos o grupos investigados» (Sandoval, 2002,

p. 124). Además, para dar institucionalidad al proceso investigativo y otorgar garantías académicas a los participantes en el proceso, ellos se inscribieron en una estrategia institucional denominada «semillero de investigación» que se desarrolla a través de dos espacios académicos denominados Semillero de Investigación 1 y 2.

Proceso metodológico

En estos espacios académicos se implementó un proceso formativo enfocado en el desarrollo de competencias digitales docentes e investigativas a través de las siguientes etapas o momentos metodológicos:

Primer momento: Fundamentación

En el primer momento, se profundizó en la fundamentación conceptual del equipo de investigación a partir del reconocimiento de los principales estudios que se desarrollan actualmente sobre competencias digitales docentes y sobre el uso de videojuegos educativos en la enseñanza de las ciencias naturales. Lo anterior permitió plantear y caracterizar las CDD en las que se enfocó el proceso investigativo.

Segundo momento: Diagnóstico y diseño de la propuesta de formación

En un segundo momento, se llevaron a cabo estudios empíricos para obtener resultados preliminares sobre los participantes. Con base en estos se confrontaron los resultados con lo propuesto por la teoría en el planteamiento e implementación de una propuesta formativa interactiva en el proceso investigativo. Para llevar a cabo esta etapa del proceso metodológico se efectuó un diagnóstico sobre el estado inicial de los participantes en el proceso formativo para determinar el nivel de desarrollo de las competencias digitales docentes en los participantes y con ello identificar sus necesidades de formación reales en relación con estas competencias.

Para ello se implementó un cuestionario de autoevaluación (prediseñado y avalado por la Comisión Europea). El cuestionario abordó los puntos obtenidos por área de las CDD de cada participante y en el nivel en que se ubicó (principiante, explorador, integrador, experto, líder y pionero siendo el nivel más alto). Sumado a lo anterior, permitió realizar una comparación entre los participantes desde cada una

de las áreas donde se evidencian niveles (muy alto, alto, medio y bajo). Los resultados permitieron identificar un nivel medio o bajo en algunos participantes sobre las competencias transversales que facilitaban el desarrollo de las digitales, lo que permitió ver que en sus prácticas didácticas no planifican procesos que desarrollen la competencia digital de los estudiantes. Los resultados y el correspondiente análisis se pueden consultar en Cabrera *et al.* (2022). Estos resultados fueron importantes para el diseño de la propuesta de formación y poder ofrecer una formación específica adaptada a las necesidades y de las CDD requeridas para usar videojuegos educativos en la enseñanza de las ciencias naturales.

Aspectos generales del diseño de la propuesta de formación. En consecuencia, con estos resultados se diseñó la propuesta de formación. Para ello lo primero fue determinar los propósitos generales y específicos, sus módulos y contenidos, la estrategia de formación, objetivo de aprendizaje y ruta metodológica.

Propósito general de la propuesta de formación. El propósito de esta investigación fue contribuir a la formación inicial de docentes mediante elementos teóricos y metodológicos para integrar recursos digitales y estrategias como la gamificación en el diseño de actividades enfocadas a mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales.

Propósitos específicos de la propuesta de formación. Para el cumplimiento de este propósito se definieron como propósitos específicos desarrollar las siguientes competencias o habilidades en los docentes en formación inicial:

- Desarrollar la capacidad de integrar pedagógicamente recursos digitales en el planteamiento de actividades de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales.
- Desarrollar la competencia para seleccionar, organizar, modificar, crear y compartir recursos digitales educativos.
- Vincular características y elementos de la gamificación en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales.
- Diseñar actividades educativas para la enseñanza de las ciencias naturales mediante la integración de recursos digitales y los elementos fundamentales de la gamificación.

Módulos y contenidos. La propuesta de formación se compone de cuatro módulos:

- Creando, aplicando y compartiendo.
- Aprendamos jugando.
- Competencias digitales docentes, una necesidad para la formación de profesores.
- Planificando la enseñanza-aprendizaje.

Su duración fue de cuatro meses aproximadamente. Los objetivos y contenidos se desglosan en la Tabla 1.

La estrategia de formación. La estrategia proyectada se basó en la enseñanza situada. En ese sentido, lo que se pretendía era que los docentes en formación inicial (DFI) desarrollaran aprendizajes significativos, relevantes y útiles para su desempeño

Tabla 1. Módulos del seminario sobre formación de CDD

Módulo	Objetivos	Contenidos
Creando, aplicando y compartiendo	Analizar e interpretar el uso educativo de los recursos digitales y videojuegos educativos, para los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales. Orientar en la creación e integración de los recursos digitales y videojuegos, en el desarrollo de actividades de aprendizaje.	¿Qué son los recursos digitales y videojuegos educativos? ¿Cuál es la tipología de los recursos digitales y videojuegos educativos? ¿Qué recurso digital seleccionar según las metas de aprendizaje de un tópico? ¿Cómo utilizar los recursos digitales en la enseñanza de las ciencias? ¿Cuál es la función de los recursos educativos digitales y los videojuegos educativos en los procesos de enseñanza de las ciencias?
Aprendamos jugando	Identificar las características más importantes de los juegos y promover la reflexión y análisis sobre su valor educativo. Reconocer la gamificación como una estrategia viable para renovar la enseñanza, aprendizaje y evaluación de las ciencias naturales. Fundamentar teórica y metodológicamente la incorporación de la gamificación en el diseño de actividades para mejorar la enseñanza de las ciencias.	Aspectos generales de los juegos: los juegos y su relación con la educación. Aprendiendo de los juegos: ¿Qué podemos aprender de los juegos para usarlos en la educación? Llevando los principios de los juegos al aula de ciencias: ¿Cómo podemos llevar los principios de los juegos para mejorar la enseñanza de las ciencias?
Competencias digitales docentes, una necesidad para la formación de profesores	Implementar diversas estrategias que permitan el fortalecimiento de algunas competencias docentes.	Recursos digitales • Seleccionar • Crear y modificar • Gestionar, proteger y compartir Enseñanza y aprendizaje • Enseñanza • Guía • Aprendizaje colaborativo • Aprendizaje autodirigido
Planificando la enseñanza-aprendizaje	Proponer algunas consideraciones teóricas y orientaciones prácticas para el diseño de actividades educativas que respondan a unidades de aprendizaje orientadas a competencias específicas (digitales y de ciencias naturales). Ayudar a la toma de decisiones para la creación de actividades didácticas que integren recursos digitales y estrategias de gamificación en la enseñanza de las ciencias naturales.	¿Qué son las actividades de enseñanza-aprendizaje? ¿Qué dimensiones se deben tener en cuenta en el diseño de actividades para la enseñanza de las ciencias naturales? ¿Cómo presentar el plan de actividades educativas diseñadas?

profesional (Díaz, 2013). De tal manera que se creó una situación en la que los DFI diseñaran conjuntamente actividades para la enseñanza de las ciencias naturales mediada por recursos digitales.

De acuerdo con esto, se planteó como objetivo principal de aprendizaje: «Diseñar una secuencia de actividades para la enseñanza de las ciencias mediada por los recursos digitales y la gamificación».

Para alcanzarlo se planteó a manera de organizador previo una situación de aprendizaje (situación problema) y la ruta metodológica para la elaboración del plan de actividades (Figura 2). La primera buscaba ubicar a los participantes en un contexto específico y de interés de la enseñanza de las ciencias naturales, y la segunda, tenía la intención de brindar e ilustrar la ruta para la elaboración del plan de actividades conformada por las diferentes etapas: identificación del problema, análisis, toma de decisiones, desarrollo, y revisión y ajustes.

Tercer momento: Digitalización e implementación de la propuesta de formación

En el tercer momento, se materializó digitalmente la propuesta de formación diseñada para promover CDD en los participantes mediante la utilización de videojuegos educativos en la enseñanza de las ciencias naturales. Posteriormente, se implementó. Para la materialización de la propuesta en formato digital se diseñó una página web denominada «Formación de competencias digitales docentes a profesores de ciencias naturales». Este recurso permitió dar orientaciones generales a los participantes, que contaban con acceso permanente al contar con un correo institucional de la Universidad del Valle.

Este material de enseñanza en formato digital contiene un blog, un E-portafolio y los módulos de enseñanza. El blog se considera un espacio creado para la reflexión pedagógica y la autoevaluación del proceso según avanza la propuesta. El E-portafolio permitió que los participantes depositaran los avances y el producto final de sus propuestas, para facilitar el seguimiento y la retroalimentación. El E-portafolio se estructuró a partir de los siguientes apartados: Antecedentes, Justificación, Problema, Diseño (Nombre, Metas de aprendizaje, Contexto, Contenidos, Descripción, Competencias Digitales Docentes, Prerrequisitos, Procedimiento, Recursos,

Temporalidad, Criterios y formas de evaluación y Referencias). Se agendaron en un calendario las sesiones para encuentros sincrónicos entre el equipo investigador y los participantes, y encuentros asincrónicos para el trabajo colaborativo o asesorías. En los módulos se encuentra el material de estudio que brinda elementos teórico-prácticos sobre la gamificación, recursos digitales, competencias digitales docentes y planificación en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales.

Para determinar el nivel de desarrollo de las competencias digitales docentes se incluyó un cuestionario de autoevaluación (prediseñado y avalado por la Comisión Europea). El cuestionario abordó los puntos obtenidos por área de las CDD de cada participante y en el nivel en que se ubicó (principiante, explorador, integrador, experto, líder y pionero siendo el nivel más alto). Sumado a lo anterior, permitió realizar una comparación entre los participantes desde cada una de las áreas donde se evidencian niveles (muy alto, alto, medio y bajo). Los resultados permitieron identificar un nivel medio o bajo en algunos participantes sobre las competencias transversales que facilitaban el desarrollo de las digitales, lo que permitió ver que en sus prácticas didácticas no planifican procesos que desarrollen la competencia digital de los estudiantes. Los resultados y el correspondiente análisis se pueden consultar en Cabrera *et al.* (2022).

Implementación de la propuesta. A partir de lo anterior se implementó la propuesta la cual buscaba dar cumplimiento al tercer objetivo: «Implementar la propuesta de formación y registrar la manera como se promueven las competencias digitales en profesores en formación inicial de ciencias naturales a través del uso de los videojuegos educativos». La implementación de la propuesta de formación duró once sesiones, abordando cuatro módulos semipresenciales, con sesiones de trabajo independientes, sesiones de trabajo colectivo y sesiones de tutoría directa.

Para elaborar el plan de actividades (proceso constructivo y progresivo) se consideró una ruta metodológica (Figura 2). Esta fue recorrida por los participantes en compañía de los investigadores y estaba conformada por:

1. Identificación del problema: en el que se acercaba al participante a una situación de aprendizaje «problemática» que correspondía a la enseñanza-aprendizaje de una temática en ciencias naturales. Los participantes proponían una respuesta por medio del diseño de una secuencia actividades donde hicieran uso de las competencias digitales docentes.

2. Análisis: pretendía que los participantes conectaran conocimientos de tipo pedagógico, tecnológico y de contenido que implicara movilizar sus conocimientos. Los participantes realizaban un análisis científico y didáctico, para analizar aspectos relacionados con el campo de conocimientos específicos de ciencias involucrados, la complejidad de la temática teniendo en cuenta a quién va dirigida, la relación del contenido con la actividad y el objetivo, la selección de aspectos importantes de tipo conceptual, procedimental y actitudinal en la actividad desde el enfoque de las ciencias naturales.

3. Toma de decisiones: implicaba que el participante tomara las decisiones finales en cuanto al tipo de situación, objetivos, contenidos, el contexto, características de los estudiantes, el tipo de actividades y los recursos educativos a emplear.

4. Desarrollo: a partir de las decisiones elegidas en la anterior fase, los participantes ponían en marcha el desarrollo de la propuesta teniendo en cuenta los elementos previamente seleccionados.

5. Revisión y ajustes: en esta fase los participantes revisaban su propuesta sobre el problema de enseñanza específico, para contrastar si lo propuesto daba respuesta a la problemática y, por último, podrían realizar los ajustes pertinentes.

Cuarto momento: Recolección, procesamiento y análisis

En un cuarto momento se registró la manera como se promovieron las CDD en un grupo de profesores en formación inicial de ciencias naturales a través del uso de los videojuegos educativos. Para desarrollar este cuarto momento se consideraron dos tipos de instrumentos para recoger la información: un cuestionario y los documentos escritos por los participantes derivados de cada sesión de implementación de las actividades en las que participaron.

El *cuestionario* se entiende como un instrumento que permite la recolección de datos estandarizada y sistemática, según la investigación. Además, permite recoger datos en una situación en particular que está en estudio, para describir las condiciones reales y las relaciones entre acontecimientos específicos. El cuestionario empleado fue diseñado y avalado por la Comisión Europea.

Los *documentos escritos* se consideran como instrumentos cuasiobservacionales que nos permiten complementar, contrastar y validar la información obtenida con las demás estrategias de recogida de información. Los documentos escritos que elaboraron los participantes se entregaron digitalmente,

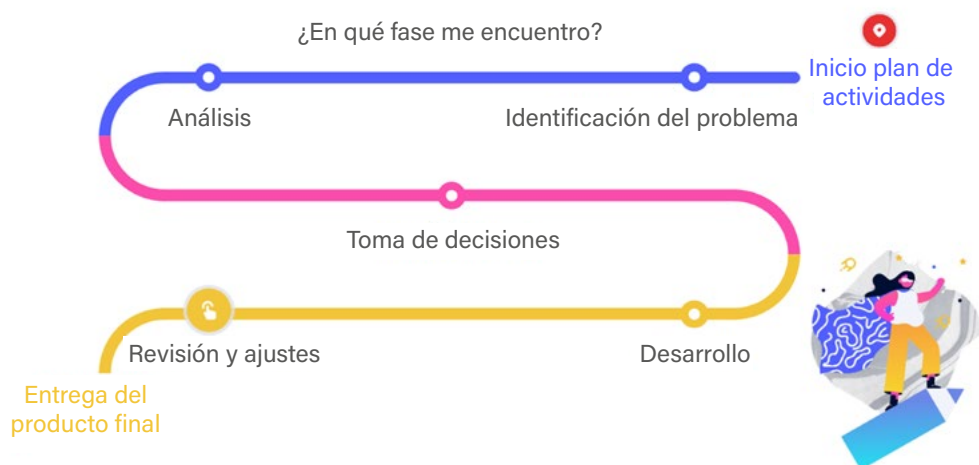


Figura 2. Ruta metodológica para la elaboración del plan de actividades.

además de incluir imágenes, gráficos e ilustraciones. La recolección de la información implicó la realización de las siguientes actividades:

- Invitación a los participantes que estén interesados en hacer parte del proceso formativo investigativo.
- Entrega de consentimiento informado.
- Acceder y resolver el cuestionario prediseñado de acceso libre.
- Enviar las respuestas obtenidas al correo del director del proyecto de investigación.

Procesamiento del análisis de los datos. Para la presentación y organización del proceso de análisis de los datos se tuvieron en cuenta tres fases: preanálisis, explotación del material y tratamiento e interpretación de los resultados obtenidos (Bardin, 2002).

Preanálisis. En esta fase se sistematizaron las ideas con las que se inició y las cuales condujeron a la programación de las operaciones que debían realizarse en el análisis, para ello se inició con una *lectura «superficial»* para entrar en contacto con la información que había suministrado cada uno de los participantes, este primer contacto sirvió para realizar la *elección de los documentos* (Cabrera, 2016).

Explotación del material. Cumplida la fase anterior, siguiendo lo planteado por Cabrera (2016):

Se prosiguió con la *desfragmentación en unidades de análisis*, la cual fue una actividad que correspondía a la diferenciación de los datos globales en unidades relevantes y significativas. La división de la información se realizó según el criterio temático, que correspondía a considerar aquellas unidades según el tema abordado. (p. 78)

Por su parte, la *codificación de los datos* consistió en asignar a cada unidad un código que describe un segmento de texto. Paralelo se realizó una codificación predeterminada en concordancia para la investigación. Por eso, surgió la categorización de los datos que consistió en ordenar los códigos obtenidos en categorías identificadas con una denominación genérica.

Tratamiento e interpretación de los resultados obtenidos. Esta última fase inició con la *selección de*

unidades de análisis que fueron significativas ya que ofrecían información relevante para dar cumplimiento a la pregunta de investigación. Lo anterior permitió la *interpretación y conceptualización*, para entender el fenómeno de estudio y generar explicaciones, para ello se elaboraron cuadros de resultados y redes sistémicas que permitían condensar la información relevante producto del análisis (Cabrera, 2016).

Consideraciones éticas. Para conformar la muestra de los participantes en la propuesta se llevó a cabo un muestreo por conveniencia con profesores en formación inicial de un programa de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. En la selección de los participantes se tuvo en cuenta a aquellos estudiantes que matricularon la asignatura Formación de Semillero de Investigación 1 y 2. Cabe mencionar que fue interés del equipo investigador contar con cierta variedad de estudiantes en cuanto a equidad de género, pertenecientes a diferentes semestres, interés por la investigación y el uso de las TIC, esto permitió realizar un proceso de autorreflexión en su formación y en el avance del desarrollo de las CDD.

El compromiso de participación de los estudiantes en el proceso se formalizó con el consentimiento informado. Dicho documento contenía los compromisos éticos del equipo investigador en amparar el anonimato y la confidencialidad de los datos obtenidos durante el proceso por cada participante, dando cumplimiento al procedimiento se le asignó un código a cada estudiante.

Reiteramos que el proceso fue voluntario, anónimo y sin implicaciones académicas, es decir, fue un proceso alterno o paralelo al que desarrollan en la asignatura. Siendo un proyecto de investigación en el que los participantes se involucraron en un proceso formativo y se estudiaban sus desempeños respecto al desarrollo de las CDD, no constituyó un criterio de evaluación para el curso su nivel de avance. Los criterios expuestos fueron fundamentales en el desarrollo de la propuesta, dado que velaban por la calidad de la investigación cualitativa y la importancia ética como componente principal de estos criterios. Por otra parte, el compromiso ético demandaba cuidar de la información y el anonimato de los participantes.

Resultados y análisis

A continuación, se presentan los resultados y productos del proceso de investigación, relacionados con los dos objetivos mencionados en la introducción de este capítulo. Para el registro en el E-portafolio se ofrecieron asesorías a los participantes y ellos formularon las preguntas que hacían parte de sus documentos:

- E-P 01: ¿Cómo una secuencia de actividades que incorpora recursos digitales y la gamificación mejora la enseñanza de reacciones químicas?
- E-P 02: ¿Cómo integrar las TIC a los procesos pedagógicos para la identificación de problemas ambientales en la Institución Educativa Técnico Industrial Multipropósito?

- E-P 03: ¿Cómo incorporar los recursos digitales en estudiantes de grado 5 de primaria de la Institución Educativa «JCT», para la enseñanza del efecto invernadero?
- E-P 04: ¿Cómo diseñar y desarrollar un recurso digital para la enseñanza del proceso de la nutrición humana?

La Figura 3 permitió establecer las relaciones entre los E-portafolios y las categorías, subcategorías y códigos, mientras que en la Tabla 2 podemos observar las unidades de análisis identificadas en cada uno de los E-portafolio que elaboraron los participantes, lo anterior permitió analizar los hallazgos encontrados en el E-portafolio.

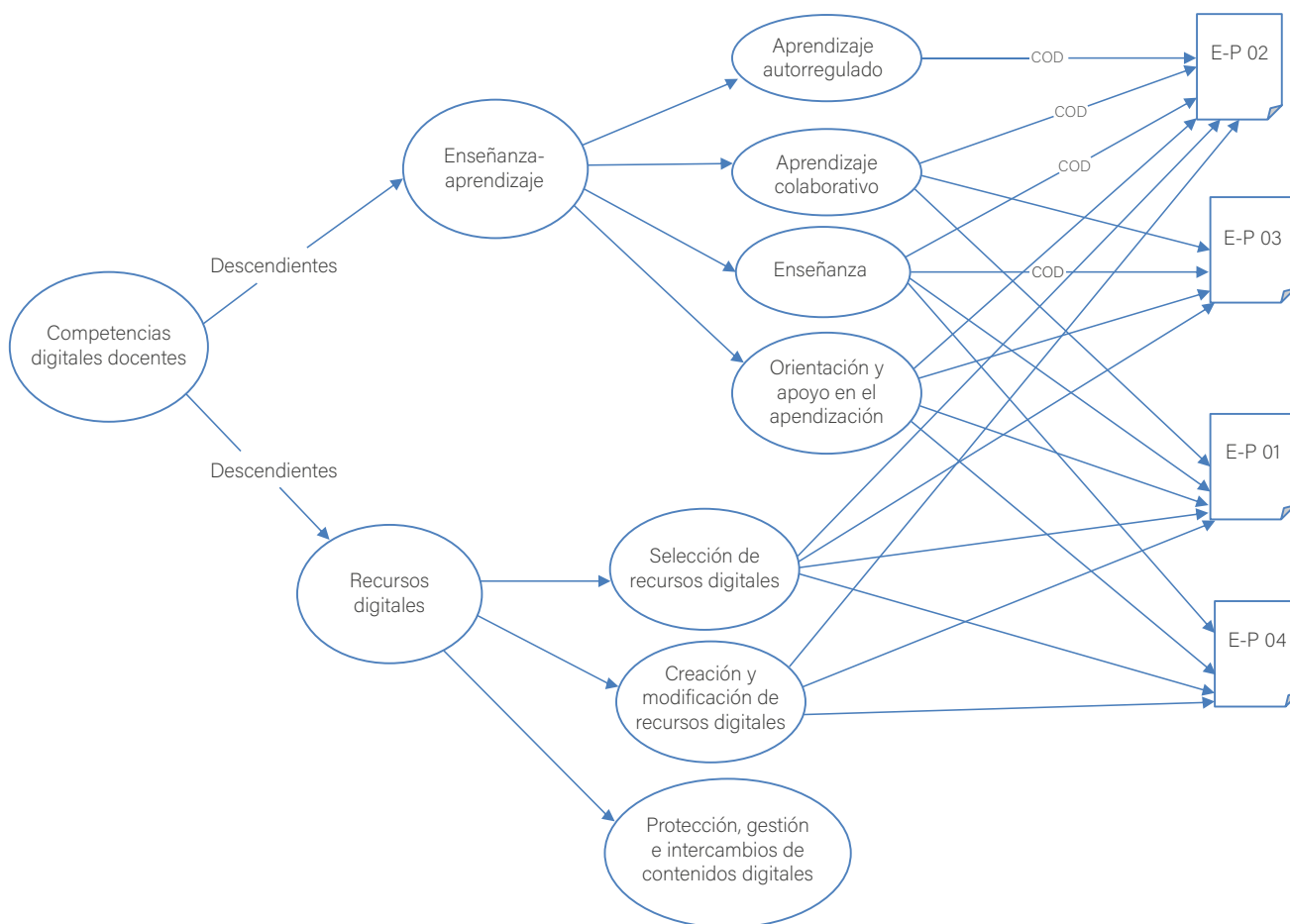


Figura 3. Relaciones entre los E-portafolio y las categorías, subcategorías y códigos

Tabla 2. Unidades de análisis identificadas en cada E-portafolio

Categoría	Subcategoría	Código	E-Portafolio	Unidades de análisis (UA)
Competencias digitales docentes	Aprendizaje autorregulado		02	3
			01	3
		Aprendizaje colaborativo	02	3
			03	3
	Enseñanza-aprendizaje	Enseñanza	01	4
			02	5
			03	2
			04	3
		Orientación y apoyo en el aprendizaje	01	3
			02	6
			03	2
			04	3
	Recursos digitales	Creación y modificación de recursos digitales	01	2
			02	2
			04	1
		Protección, gestión e intercambio de contenidos digitales	0	0
			01	2
		Selección de recursos digitales	02	1
			03	2
			04	4

Sumado a lo anterior y con el propósito de complementar la información obtenida a través de los E-portafolio se les solicitó a los participantes completar el formulario «Valoración desarrollo CDD» el cual estaba conformado por siete preguntas respecto a su desempeño en acciones vinculadas con las competencias digitales docentes. Cada pregunta se relacionaba con las siete CDD que integraban las dos áreas seleccionadas. El propósito de este instrumento era obtener evidencias sobre los elementos que consideraron los participantes al diseñar la secuencia de actividades en el marco del Semillero de Investigación.

Luego, se presentan los resultados obtenidos con estos dos instrumentos en cada código y se complementa con las unidades de análisis (Figura 3). En ese sentido, primero se presenta la información obtenida en los E-Portafolios y después, la que resulta de la implementación del formulario de valoración de desarrollo de CDD para la selección de recursos digitales para la enseñanza y el aprendizaje y las competencias que implica.

Selección de recursos digitales

Los resultados permiten identificar que en los cuatro E-portafolios se referencia el reconocimiento y uso de diferentes recursos digitales. Entre las catorce unidades de análisis (UA) se identifican un conjunto de 24 recursos digitales que se mencionan a continuación: Nearpod, Kahoot!, Youtube, TikTok, Quizizz, Genially, Canva, Flipgrid, Word Wall, PhET, Flipgrid, Word Wall, Tipping Point, Fate of the World, Gmail, Classroom de Google, WhatsApp, Google Forms, Google Maps, Google Drive, Prezi, PowerPoint, Cmap Tools, Facebook, eXeLearning y Objeto virtual de aprendizaje. Estos recursos se organizan en la Tabla 3, describiendo el uso básico que puede tener y aportando un enlace para su posible descarga con la intención de facilitar el acceso a este recurso.

Tabla 3. Descripción de los recursos digitales identificados

Recurso digital	Descripción	Enlace
Nearpod	Es una plataforma diseñada en el sistema operativo iOS para docentes que permite crear experiencias de aprendizaje inmersivas e interactivas a través de la integración de recursos de diferente naturaleza. Además, permite la evaluación en tiempo real y promueve la colaboración tanto entre estudiantes como entre docentes.	https://nearpod.com/
Simulaciones PhET	Es una plataforma de la Universidad de Colorado Boulder que permite crear y compartir de manera gratuita simuladores interactivos de diferentes campos del conocimiento y en diferentes formatos e idiomas. Además, los docentes pueden crear y descargar actividades diseñadas por otros maestros e investigaciones realizadas.	https://phet.colorado.edu/es/
Word Wall	Es una herramienta digital que permite crear y editar de forma sencilla actividades o juegos para el aula. Además, se crean actividades multijugador en las que los estudiantes pueden participar desde distintos dispositivos de manera simultánea.	https://wordwall.net/es
Fate of the World	Es un juego sobre el calentamiento global desarrollado y publicado por Red Redemption en el 2011. Presenta varios escenarios, basados en investigaciones científicas reales, en los cuales el jugador es puesto a cargo de una organización internacional ficticia encargada de gestionar políticas sociales, tecnológicas y medioambientales.	https://store.steampowered.com/app/80200/Fate_of_the_World/
eXeLearning	En un programa gratuito de código abierto útil para diseñadores novatos que permite crear contenidos educativos en formato digital. Al ser de código abierto, facilita la integración y reutilización de recursos multimedia existentes en los contenidos educativos.	https://eXeLearning.net/
WhatsApp	Es una aplicación de mensajería instantánea que facilita la comunicación entre personas de manera inmediata.	https://www.whatsapp.com/?lang=es
Youtube educativo	Es una plataforma creada por Google enfocada en el uso de los docentes y los estudiantes para facilitar la producción y el acceso a videos educativos en línea. El contenido está organizado en temas y en canales que acumulan contenido similar.	https://www.youtube.com/channel/UCtFRv9O2AHqOZjjynzrv-xg
Facebook	Es una red social que facilita la comunicación con otras personas, incluye aplicaciones para compartir fotografías y videos.	https://es-la.facebook.com/
Genially	Herramienta de gamificación en línea, que ayuda a crear presentaciones llamativas e interactivas.	https://genial.ly/es/
Canva	Es una plataforma en línea de diseño gráfico sencilla e intuitiva de utilizar que tiene un amplio número de plantillas y recursos para crear contenido visual vistoso e interactivo que fomenta el aprendizaje visual.	https://www.canva.com/
PowerPoint	Es una aplicación de Microsoft cuya función principal es la de crear presentaciones.	https://www.microsoft.com/es-co/store/cart
Prezi	Es un programa para crear presentaciones dinámicas que se caracterizan por tener zoom. Cuenta con un gran número de plantillas, permite incluir texto, video, imagen y sonido y compartir las presentaciones con otras personas.	https://prezi.com/es/
Gmail	Es un servicio de correo electrónico creado por Google. Es compatible con los navegadores más habituales.	https://www.google.com/intl/es/gmail/about/
Google Classroom	Es una aplicación de la GSuite educativa creada para servir de LMS. Es multiplataforma, gratuita, y multidispositivo. Además, integra diferentes recursos de esta GSuite, por ejemplo, permite entre otras cosas, crear cursos virtuales con videoconferencia a través de Google Meet y repositorio de información con Google Drive en donde se almacenan los documentos y tareas del curso.	https://classroom.google.com/

Continúa

Recurso digital	Descripción	Enlace
Formularios de Google	Es una aplicación de la GSuite educativa que sirve para la creación individual o colaborativa de formularios electrónicos, que pueden ser usados para la recolección de información a través de encuestas.	https://docs.google.com/forms/u/0/?tgif=d
Google Maps	Es un servicio de geolocalización que ofrece la plataforma Google. Funciona a través del GPS y ofrece imágenes, fotografías de mapas y lugares obtenidos a través de satélite, además ofrece un asistente para la navegación entre diferentes ubicaciones.	https://www.google.com/maps/
Google Drive	Es un recurso de la GSuite para el almacenamiento de información en la nube. Permite crear una estructura de carpetas similar a la de un PC. A través de ella se pueden compartir o editar archivos o carpetas.	https://www.google.com/intl/es/drive/
Flipgrid	Es una plataforma en web o desde dispositivo móvil que favorece el aprendizaje social mediante el intercambio de videos cortos entre los estudiantes a manera de debate en vídeo. Se utiliza a manera de foro por videos cortos que expresan la opinión sobre un tema, pregunta o video de otra persona.	https://info.flipgrid.com/
Cmap Tools	Es un programa gratuito que permite crear y compartir mapas conceptuales.	https://cmap.ihmc.us/
Quizizz	Herramienta que permite gamificar la evaluación. Se pueden crear o utilizar cuestionarios para evaluar de manera divertida.	https://quizizz.com/?fromBrowserLoad=true
Kahoot!	Es un videojuego educativo que permite gamificar la evaluación. A través de esta app se crean cuestionarios o quices a manera de concursos que estimulan la participación de los estudiantes. Además, existe la posibilidad de hacer debates o discusiones entre los participantes.	https://Kahoot!.com/
Objeto virtual de aprendizaje	Son recursos digitales realizados con una intención educativa con determinados componentes y estructura.	https://contenidosparaaprender.colombiaaprende.edu.co/MenuSecundaria/index.html

La Tabla 3 pone de manifiesto que los docentes en formación inicial no tienen dificultades para identificar recursos digitales que tengan potencial educativo. Esto coincide con lo encontrado por Moreno-Guerrero *et al.* (2020), quienes determinaron que los docentes tienen un nivel de desarrollo intermedio en estos aspectos de las competencias digitales docentes. Esta situación puede deberse a que los usuarios son activos y habituales usuarios de las tecnologías y los recursos digitales, porque tienen a su disposición conexión a internet, computadores, portátiles, celulares y tabletas. Un aspecto para destacar en este listado es la fuerte influencia o proporción de recursos de la Suite Google y casi en su totalidad de disponibilidad gratuita. Esto pone de manifiesto que el factor económico y el fácil acceso son factores preponderantes para que el maestro reconozca y seleccione un recurso digital para ser usado en el aula (Dinc, 2019).

A continuación, se presentan los resultados obtenidos mediante la implementación del formulario de valoración de desarrollo de CDD frente a la selección de recursos digitales para la enseñanza y el aprendizaje y las competencias que cada una de estas implica:

Estos resultados permiten plantear que los profesores en formación inicial perciben que la selección de recursos digitales les exige responsabilidades previas para la toma de esta decisión. Esto se debe al aumento de repositorios de recursos digitales, en los cuales se albergan un sin número de estos. De ahí la necesidad de tener criterios claros de búsqueda y selección, sobre todo en aspectos de pertinencia y eficacia, del recurso para el alcance del objetivo de aprendizaje, además de otros como costos, licencias, derechos de autor, requerimientos técnicos para determinar con cuál o cuáles podrán diseñar las actividades. Sin embargo, al revisar los

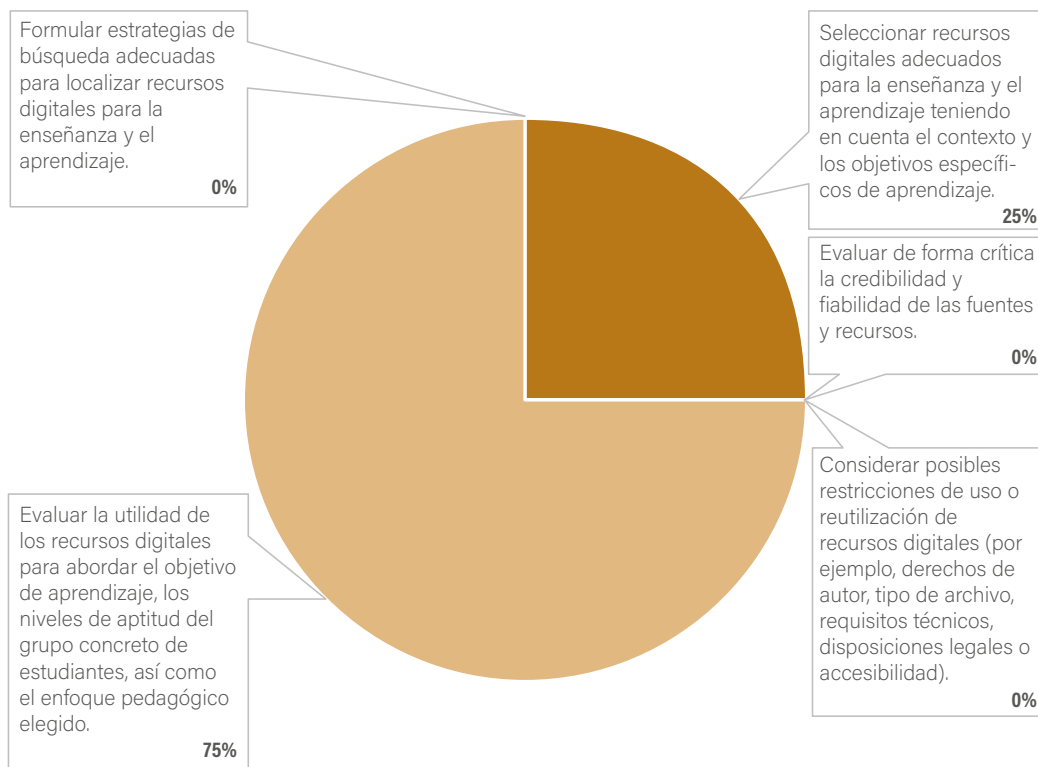


Figura 4. Respuestas sobre la selección de recursos digitales

resultados se identifica que los participantes no hacen explícito las estrategias de búsqueda, la credibilidad, la fiabilidad ni las posibles restricciones de uso o reutilización de recursos digitales.

Creación y modificación de recursos digitales

En tres E-portafolios (E-P 01, E-P 02 y E-P 04) se identifican cinco UA asociadas a esta CDD, por ejemplo, en una de estas se hace referencia a la «orientación frente a la creación de correos electrónicos de Gmail, vinculación de los estudiantes al Classroom, creación de grupo de WAPP» y en otra se dice «Orientación para descargar y abrir *Fate of the World: Tipping Point*»¹. De lo anterior se destaca que en el diseño proponen la implementación de una diversa gama de recursos digitales, más que de su creación o modificación. Este tipo de acciones requieren habilidades básicas en los docentes y estu-

diantes; las cuales van desde descargar aplicativos e instalarlos, hasta crear contenido digital, recopilar información, manejo de dispositivos electrónicos, uso de plataformas y programas, conocimientos sobre producción y análisis audiovisual para evaluar los productos.

Es importante analizar que los participantes no realizaron la creación, la modificación, ni la edición de estos, lo cual puede estar directamente relacionado con su formación. Es decir, los profesores en formación inicial no reciben una fuerte formación tecnológica en su plan de estudios y menos formación en torno a la programación y desarrollo de aplicaciones. Además, los participantes no comprendieron las diferentes licencias atribuidas a los recursos digitales y las implicaciones para su reutilización. Esta situación pone la lupa en que la formación de los docentes debe propender por brindar posibilidades del desarrollo del conocimiento tecnológico (Mishra y Koehler, 2006) y de competencias y actitudes positivas para promover el trabajo colaborativo con otros profesionales (Cober *et al.*, 2015)

¹ Este es un videojuego de simulación creado en 2011. La temática es el cambio climático y el usuario debe tomar decisiones y realizar diversas acciones para mejorar las condiciones ambientales.

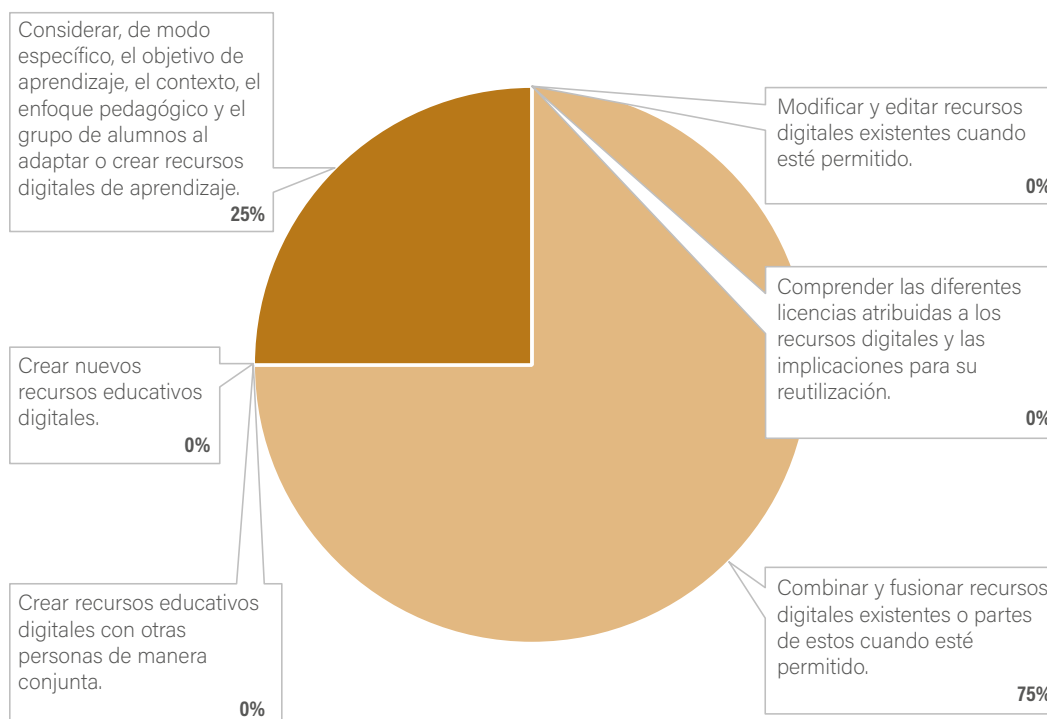


Figura 5. Respuestas sobre la creación y modificación de recursos digitales

Protección, gestión e intercambio de contenidos digitales

Al analizar las respuestas en el formulario se evidencia que para el diseño de las secuencias de actividades hacen referencia a las fuentes empleadas de manera apropiada, también se respetaron las posibles restricciones de propiedad intelectual para utilizar, reutilizar y modificar los recursos digitales (Figura 6).

Es muy importante que estudiantes y docentes desarrollen destrezas y agilidades en la operatividad de los insumos digitales y manejo de equipos y programas de producción audiovisual. Los recursos digitales aquí mencionados son concurrentes en el ámbito laboral y académico durante la vida de las personas, lo que resulta valioso en la formación del individuo. En el proceso de formación de los futuros docentes es pertinente que se fortalezca la necesidad de considerar las licencias y las medidas para proteger los datos confidenciales de los estudiantes, compañeros y padres (archivos adjuntos, calificaciones de los estudiantes y exámenes). Esta formación es fundamental para desarrollar una cultura escolar

en el uso crítico, seguro y responsable de datos y recursos (Jin *et al.*, 2018).

Enseñanza

En esta CDD se identifican catorce UA en los cuatro E-portafolios. En algunos casos, las sesiones estuvieron orientadas hacia complementar el aprendizaje mediante actividades e interacciones en entornos digitales, por ejemplo, E-P 01 escribió «los estudiantes deben realizar un video en plataformas interactivas como Flipgrid en el cual hagan un experimento casero donde expliquen las reacciones químicas obtenidas» y E-P 02 expresó «A través de un cuestionario (a través de Google Forms) de preguntas abiertas a los estudiantes para desarrollar en su cuaderno se indaga sobre las ideas previas de los estudiantes». En este sentido, se utilizan los recursos digitales para apoyar la enseñanza y así organizar las actividades de manera que fortalezcan el alcance de los objetivos del aprendizaje. Por otro lado, en dos E-portafolios (E-P 04 y E-P 02) se incluyeron videojuegos o tuvieron en cuenta la gamificación en las actividades, por ejemplo, E-P 04

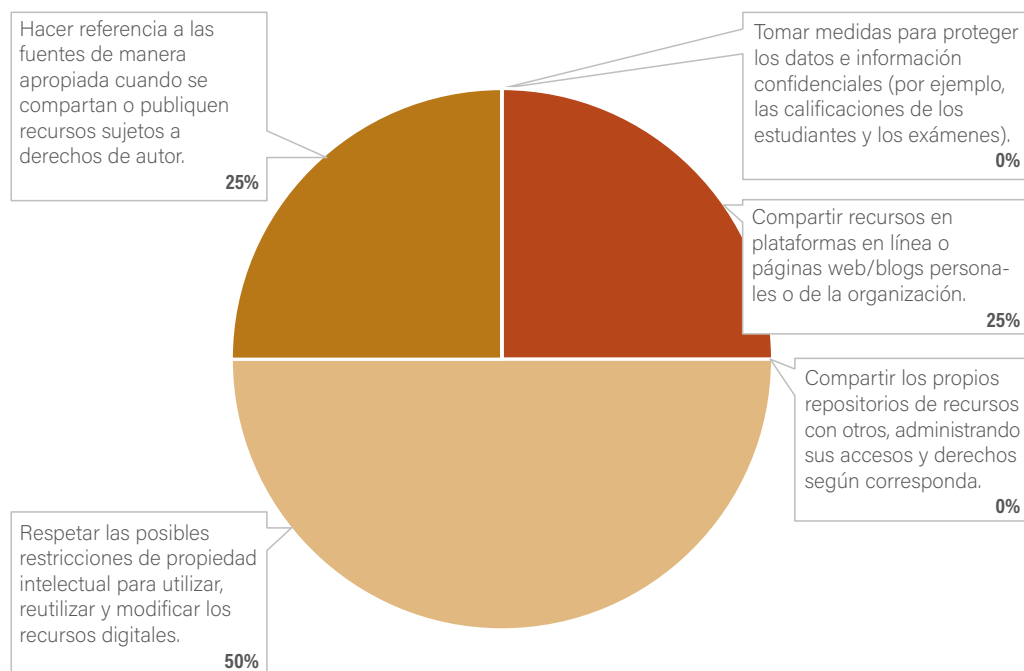


Figura 6. Respuestas sobre la protección, gestión e intercambio de contenidos digitales

«La actividad selecciona para la actividad de cierre, es una un recurso digital de Genially el cual puede ser incrustado en el OVA de eXeLearning».

Los recursos digitales propuestos median tanto las orientaciones del docente como los procesos de aprendizaje de los estudiantes, además, le permite al docente y a los estudiantes monitorear y almacenar las evidencias solicitadas. Por ejemplo, E-P 02 «Responder el formulario de Google “Raíces” donde se describen los núcleos familiares de los estudiantes», E-P 03 «Se dará a conocer a los estudiantes la plataforma de microbit, en la primera deberán hacer una actividad exploratoria, se les indicará que deben iniciar un proyecto, asignarle un nombre de su preferencia y posteriormente reconocer las distintos bloques que hay, para ello deben interactuar, los bloques están por categorías los cuales tienen un mismo color y una forma en la que encajan» y E-P 04 «Las actividades que se presentan a continuación serán alojadas en la plataforma eXeLearning ya que esta plataforma brinda la posibilidad de reproducir el contenido en línea o sin conexión a internet además en distintos dispositivos como tablets computadores y celulares».

En tres E-portafolio se identificó que las propuestas son de carácter transmisivo y en consecuencia usan videos que reemplazan las explicaciones del profesor, por ejemplo, E-P 01 escribió «muestra la explicación del proceso a partir de videos de youtube el docente explicará los procesos que sufren los alimentos al momento de cocinar», E-P 02 dijo «para presentar esta información produzca un video de dos minutos donde muestra los fragmentos más relevantes de los testimonios» y E-P 04 expresó «seguido se presenta el video ¿De dónde vienen los nutrientes que requiere nuestro cuerpo? que se encuentra en la siguiente dirección. https://youtu.be/Wr0_wULJnBE». Esta situación indica que es necesario innovar en la formación pedagógica y en el uso de la tecnología y sus recursos, para que el docente adopte un rol más activo y propositivo como diseñador y productor de materiales tecnológicos contextualizados a sus características de su realidad educativa (Salinas, 2008).

Finalmente, en la Figura 7 consideran necesario analizar los procesos de intervención con recursos o dispositivos digitales de los docentes, llevados a cabo en ambientes físicos presenciales o en entornos virtuales. Además, consideran relevante el

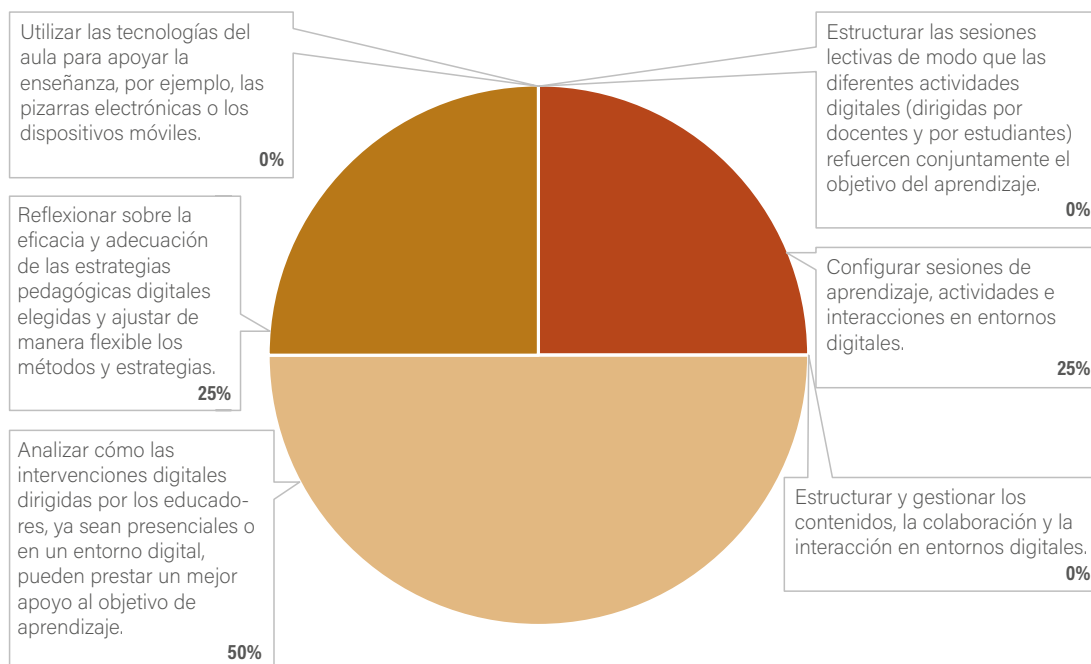


Figura 7. Respuestas sobre la enseñanza

desarrollo de procesos reflexivos sobre la eficiencia y pertinencia de las estrategias y recursos seleccionados para usarlos, de manera que se ajusten a lo propuesto. Lo anterior guarda relación con el diseño de actividades educativas o secuencias interactivas en entornos digitales.

De acuerdo con estas tendencias, se considera necesario que en la formación inicial de profesores de ciencias se desarrollen procesos que contribuyan a que los futuros docentes estructuren y gestionen los contenidos de manera colaborativa e interactiva en entornos digitales. Además, es importante que en esta formación se innove y experimente con nuevos formatos y métodos pedagógicos para enriquecer y flexibilizar el proceso de la enseñanza (Salinas, 2008).

Orientación y apoyo en el aprendizaje

En los resultados obtenidos se identifican catorce UA en los cuatro E-portafolios. Destacan que el correo electrónico, el Classroom, el WhatsApp y el YouTube están dispuestos para la socialización de evidencias y aspectos puntuales de las actividades, para la comunicación entre docentes y estudiantes, la comunicación entre equipos de estudiantes, compartir información complementaria y retroali-

mentación de los procesos, por ejemplo, E-P 02 les solicita a los estudiantes «abre tu correo de Gmail, accede a Documentos de Google realiza un texto de mínimo 10 líneas máximo 15 donde describas en qué consiste la herramienta pedagógica, para qué sirve, y cómo puede aportar en nuestra comunidad» y «sube la fotografía del dibujo que realizaste en el punto 2 al WhatsApp y a la carpeta compartida de Google denominada "PA en los barrios de la comuna 20"». Los recursos digitales se enfocan con el propósito de resolver ejercicios que se incluyen en el simulador seleccionado, por ejemplo, E-P 01 indica «el primer nivel es pasar por el simulador Balanceo de ecuaciones químicas del laboratorio virtual PhET y explicar cómo ocurre este proceso».

Estos resultados nos permiten apreciar cómo algunos estudiantes consideran que la integración de recursos digitales como el correo electrónico, Google Classroom, WhatsApp y YouTube en los E-portafolios facilitan la comunicación y colaboración entre docentes y estudiantes. En ese sentido, en las unidades de aprendizaje (UA) analizadas, se observa un uso variado y efectivo de estas herramientas para la socialización de evidencias y la ejecución de actividades específicas, como en E-P 02 y E-P 01. Este enfoque está respaldado por estudios

que subrayan la importancia de la tecnología en la educación, mejorando la interacción y el compromiso estudiantil (Fernández y Gaytán, 2019). Además, el uso de simuladores y recursos gamificados, como el juego interactivo de Genially en E-P 04, sugiere una tendencia hacia la gamificación del aprendizaje, la cual ha demostrado aumentar la motivación y el rendimiento académico (Dichev y Dicheva, 2017).

Por otra parte, destacan el trabajo en equipo como parte de sus secuencias de actividades, en este sentido E-P 03 y E-P 04 dicen respectivamente «en grupos de trabajo, deberán buscar información en la web para posteriormente discutir lo encontrado con su grupo» y «el estudiante después de observar el video introductorio en la misma sección encontrará el test el cual debe ser realizado de manera individual o máximo en grupo de tres estudiantes». De modo que, en uno de los E-portafolios se hace referencia tangencialmente a uno de los aspectos de la gamificación, es decir, al juego, por ejemplo, E-P 04 indica «un recurso digital de Genially el cual puede ser incrustado en el OVA de eXeLearning, que presenta un juego con 4 misiones que el estudiante debe completar. Los personajes que permiten completar la misión son: una manzana, una gota de sangre, una gota de sudor y el oxígeno».

Los resultados revelan que los participantes planean implementar recursos comunicativos digitales para diseñar secuencias de actividades. Esto busca facilitar una retroalimentación rápida y fluida sobre los intereses y dudas de los estudiantes. Además, se pretende establecer actividades educativas en ambientes digitales interactivos y en diversos formatos, ajustándose a las necesidades de orientación y apoyo. Este enfoque está alineado con estudios que destacan la eficacia de las tecnologías digitales en la educación, promoviendo la interactividad y el aprendizaje personalizado (Reig y Vilchez, 2013). En ese sentido, la capacidad de adaptar las actividades educativas a los entornos digitales no solo mejora la comunicación y el apoyo, sino que también fomenta un entorno de aprendizaje más dinámico y centrado en el estudiante (Dichev y Dicheva, 2017). En consecuencia, la adopción de estas estrategias responde a las demandas contemporáneas de la educación, mejorando la experiencia de aprendizaje y los resultados académicos.

Cabe anotar que el análisis de los resultados revela una limitación significativa en cuanto a la explicitación de las competencias digitales docentes (CDD) relacionadas con la monitorización del comportamiento y del progreso de los estudiantes. Esta situación se debe a que las orientaciones, la socialización y los acuerdos estuvieron predominantemente enfocados en el diseño de la propuesta, dejando de lado aspectos cruciales relacionados con su implementación efectiva.

El diseño enfocado en la planificación y estructuración se consideró crucial para asegurar que los docentes en formación inicial llegasen a establecer una base teórica y metodológica fuerte antes de abordar los desafíos prácticos de la implementación (Darling-Hammond, 2006). Esta situación estuvo condicionada por la extensión del proyecto y aspectos contextuales como la pandemia que dificultaba la implementación de dichas propuestas. Sin embargo, al priorizar este aspecto se relegó la implementación a un segundo plano, lo que impidió el desarrollo explícito de las competencias relacionadas con la monitorización y evaluación. Para abordar esta brecha requerirá un enfoque más holístico e integrado en procesos investigativos, asegurando que los docentes comprendan las teorías detrás de las propuestas educativas y que estén equipados con las habilidades prácticas necesarias para aplicarlas eficazmente en el aula (Grossman *et al.*, 2009).

Aprendizaje colaborativo

Los resultados nos aportaron que esta CDD estuvo presente en tres E-portafolios, de los cuales se obtuvieron nueve UA. Es así como identificamos que E-P 01 propuso actividades de aprendizaje colaborativo a través del recurso digital Word Wall para el intercambio colaborativo de conocimientos entre los estudiantes. Es decir, en esta propuesta el trabajo en equipo, el uso de recursos digitales y la producción audiovisual fue una triada significativa para proponer espacios de aprendizaje colaborativo, porque a través de ella se promueve el diálogo entre los diferentes saberes de los participantes junto a un ejercicio de consenso para el desarrollo de competencias (Jenkins *et al.*, 2009). Por otra parte, E-P 01 y E-P 03 emplearon el uso de las redes sociales (Facebook, TikTok e Instagram) como una herramienta que permite a los estudiantes socializar

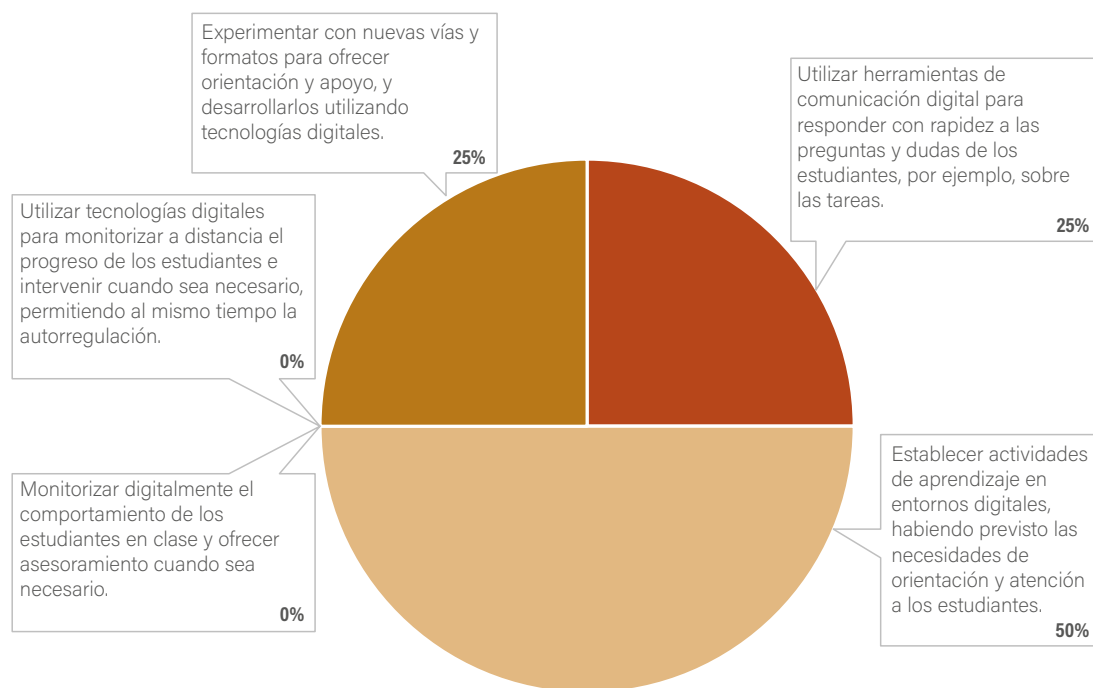


Figura 8. Respuestas sobre la orientación y el apoyo en el aprendizaje

las actividades realizadas, que a su vez les permitirá establecer una continua comunicación, esto se evidencia en esta UA «se crearán un grupo de Facebook, como herramienta para la comunicación podrán compartir sus experiencias, dudas, sugerencias, errores y fortalezas con sus compañeros de grado».

Lo anterior coincide con los resultados de la Figura 9 porque destacan que en las actividades de aprendizaje colaborativo utilizando recursos digitales, sistemas de gestión de aprendizaje (Nearpod, Kahoot!), solicitan que presenten digitalmente los trabajos (Drive, correo electrónico, eXeLearning y Classroom) y los emplean para el intercambio colaborativo entre los estudiantes, por ejemplo, E-P 02 solicita que «cada grupo debe tomar una foto de su mapa y subirla al Drive y al Classroom, junto con el documento en PDF del desarrollo del cuestionario». En la misma Figura 8 se puede observar que los participantes no utilizan los recursos digitales para la evaluación entre compañeros ni la autorregulación colaborativa.

La formación de docentes en torno a competencias que promuevan aprendizajes colaborativos es una necesidad creciente en el contexto educativo

actual. Jenkins *et al.* (2009) subrayan la importancia de entender y utilizar la cultura participativa de los jóvenes en este proceso. Lo anterior incluye el uso de redes sociales, medios digitales y videojuegos (Gee, 2006). En ese orden de ideas, poder adaptar la formación de educadores a estos contextos culturales no solo mejora la relevancia y la accesibilidad del aprendizaje, sino que también ayuda a los estudiantes a desarrollar competencias digitales críticas para el siglo XXI (Jenkins *et al.*, 2009).

Aprendizaje autorregulado

Únicamente en un E-portafolio se identificaron tres UA relacionadas con esta CDD y específicamente ofrecen instrucciones para alcanzar un propósito establecido teniendo en cuenta ciertas variables, esto adquiere importancia en la medida en que los estudiantes a partir del ensayo y error realizarán procesos de programación para alcanzar el objetivo, además, de socializar y compartir con los compañeros para lograrlo. Lo anterior se evidencia en E-P 02 cuando escribe «ingresa al link donde encontrarás el formulario de Google "Pensamiento y Opiniones" donde se sistematizan las respuestas de los puntos 1 y 3».

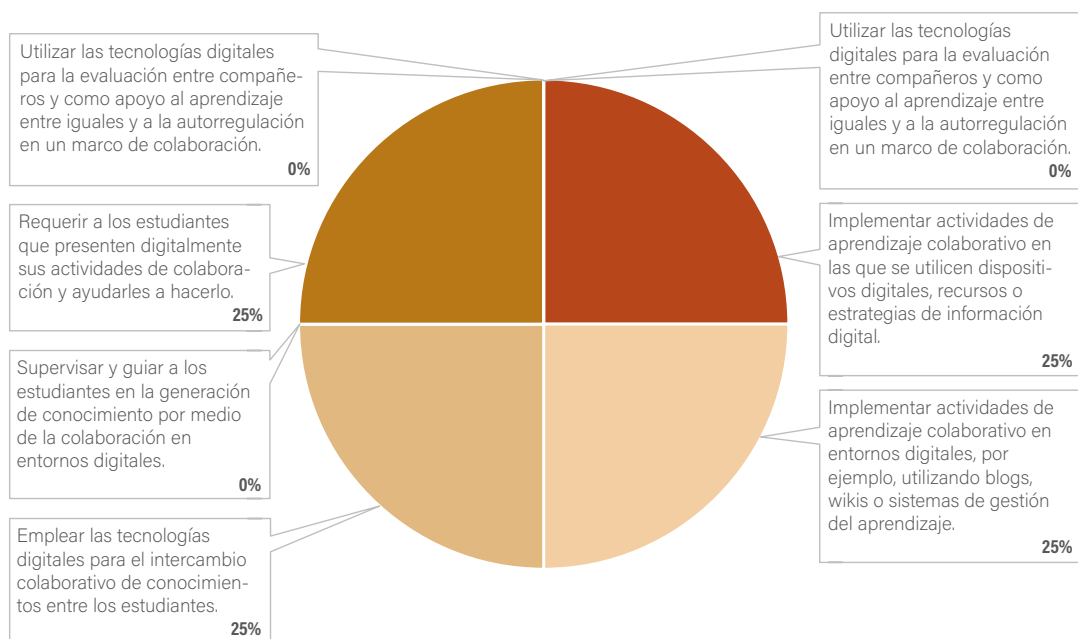


Figura 9. Respuestas sobre el aprendizaje colaborativo

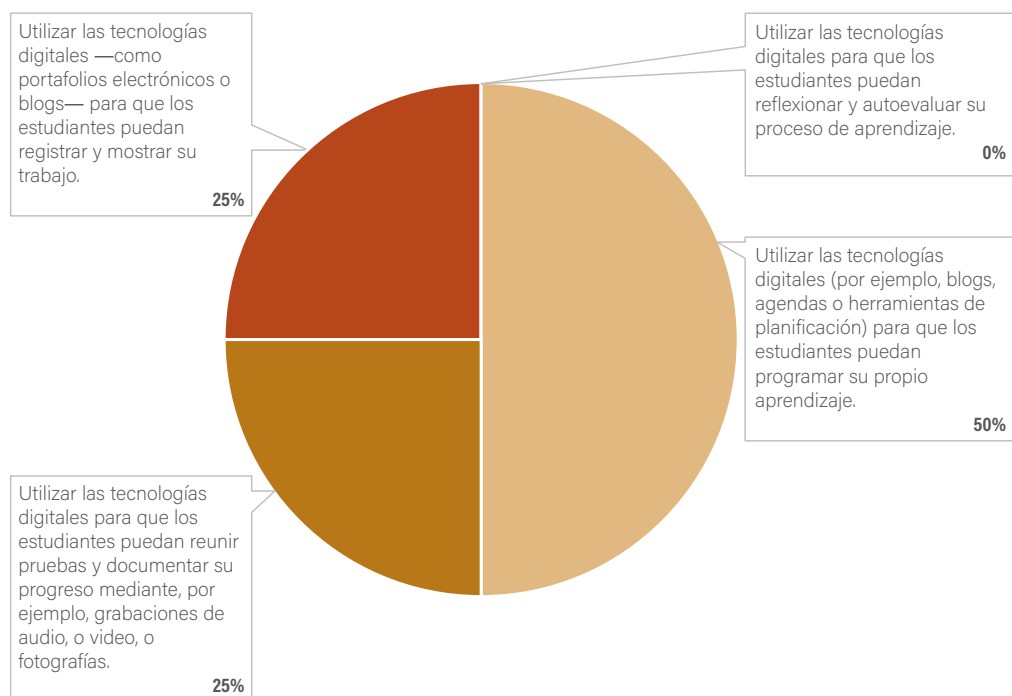


Figura 10. Respuestas sobre el aprendizaje autorregulado.

Durante la experiencia de aprendizaje los estudiantes tienen claridad de los objetivos y metodología desde el inicio del proceso, así mismo son conscientes de sus compromisos a lo largo del proceso. A través de Drive, Classroom, WhatsApp y Gmail se realiza seguimiento a las evidencias y a los productos de los estudiantes y se pretende que ellos lleguen a utilizar recursos digitales (grabaciones de audio o video o fotografías) para registrar y documentar su proceso, progreso y resultados de su trabajo. Sin embargo, en las respuestas que reportaron en el formulario (Figura 10), los participantes expresaron que utilizaron los recursos digitales para que los estudiantes puedan programar su propio aprendizaje, puedan reunir pruebas y documentar su progreso, por ejemplo, grabaciones de audio o video o fotografías y para que los estudiantes puedan registrar y mostrar su trabajo (E-P 2 lo solicita así «subir al Drive las fotografías y video, subir al Classroom el informe y presentación de Prezi o PowerPoint»), pero esto no coincide con lo expuesto en el diseño de la secuencia de actividades que entregaron en el E-portafolio. Por último, ningún participante indicó haber utilizado algún recurso digital para que los estudiantes llegaran a desarrollar procesos de metacognición, reflexión o autoevaluación sobre su aprendizaje.

De acuerdo con estos resultados, la competencia de autorregulación del aprendizaje emerge como un aspecto subvalorado por los docentes en formación para el diseño de actividades educativas. Este hallazgo sugiere una brecha significativa en la atención prestada a esta competencia clave, la cual es fundamental para el desarrollo de habilidades de aprendizaje independiente y para la capacidad de gestionar eficazmente el propio proceso de aprendizaje, convirtiéndose en transformadores de información en conocimiento (Schunk y Zimmerman, 1998). Esta falta de atención a la autorregulación del aprendizaje en el diseño de actividades puede tener implicaciones negativas para el desarrollo integral de los estudiantes y la efectividad de los diseños educativos.

Una posible explicación de esta situación podría residir en la falta de comprensión por parte de los docentes en formación sobre la importancia y la naturaleza de la autorregulación del aprendizaje.

Pintrich (2000) sugiere que los educadores a menudo pasan por alto esta competencia debido a una comprensión limitada de cómo se desarrolla y se fomenta en el contexto educativo. Además, la falta de enfoque en la autorregulación del aprendizaje podría atribuirse a las presiones del currículo y a las expectativas de rendimiento académico, que a menudo priorizan el dominio de contenido sobre el desarrollo de habilidades metacognitivas y de autorregulación.

Conclusiones

En esta fase final, nos enfocaremos en seis implicaciones fundamentales derivadas de la integración de competencias digitales en la formación inicial de docentes. Estas implicaciones abarcan desde la incorporación efectiva de recursos digitales hasta el diseño de situaciones de aprendizaje, pasando por el fomento del pensamiento crítico, el trabajo colaborativo, el acompañamiento situado y el fortalecimiento de la cultura digital. A continuación, se describe detalladamente cada una de estas implicaciones:

Integración de recursos digitales

El manejo e implementación de recursos digitales en el aula, como los videojuegos educativos, no garantiza su eficacia pedagógica. Según los datos obtenidos, los docentes, en formación inicial reconocen sus potencialidades, pero limitan su uso a aspectos tecnológicos sin profundizar en su potencial educativo. Por tanto, es esencial fortalecer y desarrollar las competencias digitales docentes a través de procesos reflexivos conscientes sobre su aplicación en el contexto educativo.

Para lograrlo, se sugiere integrar en la formación de educadores en ciencias estrategias específicas que promuevan la exploración objetiva de recursos digitales. Lo anterior con el fin de facilitar el desarrollo de competencias docentes que mejoren significativamente los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación en el aula de ciencias naturales. Este proceso puede verse enriquecido a través de un enfoque integrado que combine teoría y práctica en la formación docente (Grossman *et al.*, 2009).

Pensamiento crítico

Los educadores en ciencias requieren desarrollar un pensamiento crítico en relación con las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y su impacto en la educación. En ese sentido, los procesos de formación deben brindar experiencias que permitan formar a los docentes para evaluar y seleccionar de manera fundamentada los recursos digitales más apropiados de acuerdo con las características y finalidades de sus procesos educativos en el contexto real de su práctica (Cabrera *et al.*, 2022). Además, es fundamental que los educadores promuevan el uso crítico y responsable de las TIC entre sus estudiantes, no solo para acceder a la información, sino también para construir conocimiento, resolver problemas y comunicar ideas.

Para lograrlo, los docentes en formación inicial deben desarrollar la capacidad de reflexionar sobre sus propias prácticas, cuestionando sus supuestos y razonamientos, y contrastando con las opiniones de otros expertos en el campo. Esto puede lograrse a través de una variedad de experiencias reflexivas que incluyan el análisis de materiales, la reflexión sobre la propia enseñanza y el estudio de la investigación en el área de la enseñanza de las ciencias (Cabrera *et al.*, 2022).

En consecuencia, se recomienda que los programas de formación de docentes incorporen actividades que fomenten el pensamiento crítico en torno a las TIC y proporcionen oportunidades para el desarrollo de habilidades críticas y reflexivas que enriquezcan la práctica educativa. Esto implica proporcionar experiencias que permitan a los docentes reflexionar sobre el uso de la tecnología digital, incluyendo sus prácticas digitales, la selección de recursos digitales, la relación entre las TIC y el contenido enseñado, y la relevancia del uso de recursos digitales en su práctica educativa (Cabrera *et al.*, 2022).

Trabajo colaborativo

Los resultados obtenidos evidencian un alto nivel de desarrollo en las competencias pedagógicas de los participantes en comparación con otras competencias. Esta observación subraya la importancia de otorgar una gran relevancia al aprendizaje colaborativo en las propuestas de formación inicial para profesores. Es crucial propiciar espacios académicos

donde los futuros docentes puedan utilizar y desarrollar materiales educativos digitales mediante la interacción colaborativa entre pares. Estos espacios deben facilitar el intercambio de experiencias y conocimientos sobre el uso e integración de las TIC y sus recursos en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales (Cabrera *et al.*, 2022). Además, se recomienda la participación de docentes en ejercicio y otros profesionales en estos espacios para enriquecer el proceso formativo.

Acompañamiento situado

Respecto al proceso de formación docente, se valora positivamente el uso de diversas estrategias formativas, entre las cuales se destaca la estrategia de acompañamiento situado (Lave y Wenger, 1991). Esta estrategia ofrece oportunidades para que los futuros profesores de ciencias naturales, en un ambiente de confianza, intercambio y colaboración, expresen abiertamente sus dificultades, dudas, inseguridades e interés en buscar soluciones, comprometiendo individualmente con su propio mejoramiento. Asimismo, se reconoce la importancia de los saberes docentes que se movilizan y construyen al integrar pedagógicamente recursos digitales, incluyendo videojuegos educativos, en los procesos de enseñanza-aprendizaje. En este contexto, se ha evidenciado la efectividad de diseñar actividades educativas dirigidas a estudiantes de educación primaria, secundaria y media. Se concluye que el proceso formativo del docente debe situarse en el diseño y desarrollo de la práctica de la enseñanza en un contexto específico (Grossman *et al.*, 2009).

Incremento de la cultura digital

El estudio permitió comprender la complejidad del desarrollo de las competencias digitales docentes, especialmente en cuanto al reconocimiento de las distintas áreas que se vinculan con las acciones pedagógicas necesarias para incrementar la cultura digital en el aula. El desarrollo de estas áreas se da de manera diferenciada, ya que cuenta con un componente situacional. Lo anterior implica que los formadores de docentes deben diseñar e implementar ambientes de aprendizaje que promuevan que los futuros profesores de ciencias identifiquen y desarrollen sus competencias digitales docentes en respuesta a los retos y oportunidades más

relevantes en dicho contexto. Esto evidencia que la competencia digital docente se relaciona con las necesidades y problemas prácticos a nivel de aula, convirtiéndose en un eje formativo crucial (Cabero y Marín, 2014; Lave y Wenger, 1991).

Diseño de situaciones de aprendizaje

El diseño de situaciones de aprendizaje es una labor fundamental que caracteriza el desempeño profesional de los docentes en ciencias. Por ello, es esencial que los profesores en formación inicial de ciencias naturales participen en experiencias que les permitan movilizar y aplicar sus conocimientos, proponiendo situaciones o problemáticas reales que sean estimulantes y funcionales para construir competencias y conocimientos relacionados con la ciencia y la tecnología. Este estudio evidenció una mejora en la capacidad de los docentes para articular los conocimientos adquiridos durante su formación con el desarrollo de sus competencias digitales docentes (CDD), permitiéndoles diseñar situaciones de aprendizaje pertinentes y de interés actual, vinculadas con aprendizajes de ciencias naturales útiles para la vida.

Se concluye que la formación de los docentes se ha centrado en una alfabetización digital descontextualizada, enfocándose más en competencias digitales generales y no en competencias digitales docentes (Kaminskiené *et al.*, 2022). Por tanto, es crucial abordar la formación para desarrollar conscientemente la integración pedagógica de las TIC y sus recursos en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Esto se hizo evidente en la implementación de la propuesta, ya que los profesores en formación inicial de ciencias naturales requirieron un acompañamiento continuo en el diseño de secuencias de actividades (Cabero y Marín, 2014).

De las fases de la propuesta de formación (iniciación, desarrollo, reflexión y reelaboración) se concluye que es fundamental que los docentes en formación inicial reflexionen sobre las limitaciones y oportunidades que surgen en el desarrollo de sus competencias. La propuesta debe ser flexible y contextualizada de acuerdo con las metas de formación planteadas para cada participante. Los participantes expresaron mayores demandas formativas en las competencias vinculadas al área de enseñanza-aprendizaje, específicamente en la articulación

del uso de recursos digitales con los aprendizajes y la mejora de la enseñanza de las ciencias naturales. En particular, se identificaron dificultades en la aplicación de videojuegos educativos y estrategias de gamificación en situaciones de aprendizaje.

Una conclusión importante es que los profesores en formación inicial pretenden diversificar el uso de recursos digitales, sin limitarse solo a los videojuegos educativos. Esto promueve la complementariedad entre diversas alternativas disponibles en repositorios y en la web, resultando en un reconocimiento de mayores habilidades y conocimientos en torno a diversos recursos digitales entre los participantes.

Los recursos digitales seleccionados pueden ser utilizados para diferentes propósitos. Por ejemplo, entre los destinados a la interactividad y evaluación se encuentran Nearpod, Kahoot! y Quizizz. Para la creación de contenidos visuales dinámicos, Genially y Canva son opciones populares. En cuanto a la colaboración y comunicación, WhatsApp y Google Classroom son herramientas útiles, mientras que Gmail facilita la comunicación oficial. Para la creación y edición de contenidos visuales, YouTube y TikTok, mientras que Prezi y PowerPoint son herramientas clásicas de diseño de presentaciones. Google Drive y Google Forms son útiles para la organización y gestión de archivos y la recopilación de información. Para recursos didácticos específicos, Word Wall, PhET y CmapTools ofrecen opciones para la enseñanza de vocabulario, conceptos científicos y organización visual de la información, respectivamente. Además, Facebook y eXeLearning también pueden ser utilizados en contextos educativos para la comunicación y creación de contenido interactivo.

En el caso de los videojuegos educativos, se destacó su integración y complementación con otros recursos digitales para crear secuencias de enseñanza más integrales. Además, se observó que el uso de videojuegos educativos se transformó en un mediador entre el docente y el estudiante, promoviendo competencias digitales docentes. En este contexto, los videojuegos educativos no solo sirven como una herramienta de entretenimiento, sino que se convierten en elementos fundamentales en las clases, interactuando y promoviendo competencias de manera significativa (Gee, 2006; Prensky, 2003).

El desarrollo de competencias digitales docentes entre los participantes se presenta como un proceso gradual y necesario, implicando la reconstrucción progresiva del sistema de conocimientos docentes. En este proceso se identifican dificultades asociadas con la toma de decisiones en la planificación educativa, que demandan una integración rigurosa de saberes disciplinares, pedagógicos, contextuales y tecnológicos para diseñar e implementar recursos digitales efectivos. En ese sentido, las implicaciones y dificultades detectadas en este proceso investigativo al integrar recursos digitales, fomentar el pensamiento crítico, promover el trabajo colaborativo, facilitar el acompañamiento situado y aumentar la cultura digital en la formación de profesores están interrelacionadas y requieren ser profundizadas en futuras propuestas de formación inicial.

Con base en lo anterior, se recomienda que en futuras investigaciones y en procesos de formación, las propuestas deben enfocarse en tres áreas específicas. Primero, mejorar el diseño de secuencias educativas considerando los hallazgos, especialmente mediante colaboraciones interprofesionales. Segundo, proporcionar a los profesores en formación experiencias en entornos educativos reales para aplicar y evaluar la pertinencia de sus conocimientos. Por último, investigar la formación de formadores de docentes, explorando cómo sus concepciones sobre competencias digitales influyen en los procesos educativos. La participación de los formadores en esta dinámica será crucial para asegurar una formación continua y efectiva de los educadores.

Referencias

- Abella, L. y García, Á. (2010). El uso de videojuegos para la enseñanza de las ciencias, nuevos desafíos al papel docente. *Revista EDUCyT*, 2(junio-diciembre), 19-32. <https://die.udistrital.edu.co/revistas/index.php/educyt/article/view/178>
- Admiraal, W., van Vuget, F., Kranenburg, F., Koster, B., Smit, B., Weijers, S. y Lockhorst, D. (2016). Preparing pre-service teachers to integrate technology into K-12 instruction: Evaluation of a technology-infused approach. *Technology, Pedagogy and Education*, 26(1), 105-120.
- 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
- Alejandro, C. A. y Perdomo, J. M. (2009). Aproximando el laboratorio virtual de Física General al laboratorio real. *Revista Iberoamericana de Educación*, 48(6), 1-7.
- Álvarez, V. y Romero, S. (2007). Formación basada en competencias para los profesionales de la orientación. *Educación XX1*, 10(1). <https://doi.org/10.5944/educxx1.1.10.295>
- Bardin, L. (2002). *Análisis de contenido* (3.ª ed.). Ediciones Akal, S. A.
- Bernaus, A. Q. y Calvo, S. T. (2016). Aplicaciones educativas de los videojuegos: el caso de World of Warcraft. *Píxel-Bit: Revista de Medios y Educación*, (48), 187-196.
- Borthwick, A. y Hansen, R. (2017). Digital literacy in teacher education: are teacher educators competent? *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 33(2), 46-48.
- Cabero, J. y Marín, V. (2014). Miradas sobre la formación del profesorado en tecnologías de información y comunicación (TIC). *Enl@ce: Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento*, 11(2), 11-24
- Cabrera, H. G. (2016). *Aportes a la enseñanza de la química a partir de un estudio histórico filosófico de la experimentación asociada a la combustión para profesores en formación inicial* [Tesis de doctorado Universidad del Valle, Colombia]. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/9602/9405-0525503.pdf?sequence=1>
- Cabrera, H. G., Espinosa, A. y Viafara, R. (2021). Videojuegos educativos de la plataforma Windows para la enseñanza de las ciencias: resultados iniciales sobre competencias digitales. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (Número extraordinario), 235-244. <https://revistas.upn.edu.co/index.php/TED/article/download/15084/9905>
- Cabrera, H. G., Espinosa, A., Viafara, R., Barona, A. C., Escobar, A. F., Bermúdez, J. D., Riascos, I. A,

- 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>
- Cerda, H. (2008). *Los elementos de la investigación: Cómo reconocerlos, diseñarlos y construirlos* (3., ed.). Editorial El Búho.
- Cober, R., Tan, E., Slotta, J., So, H.-J. y Könings, K. D. (2015). Teachers as participatory designers: two case studies with technology-enhanced learning environments. *Instructional Science*, 43, 203-228.
- Cope, B. y Kalantzis, M. (eds.). (2010). *Ubiquitous learning*. University of Illinois Press.
- Darling-Hammond, L. (2006). Construyendo la formación docente del siglo XXI. *Revista de Formación Docente*, 57(3), 300-314. <https://doi.org/10.1177/0022487105285962>
- Departamento Nacional de Planeación. (2020). *Documento CONPES 3988: Tecnologías para aprender: Política nacional para impulsar la innovación en las prácticas educativas a través de las tecnologías digitales*. República de Colombia. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3988.pdf>
- van Deursen, A. J. y van Dijk, J. A. (2014). The digital divide shifts to differences in usage. *New Media & Society*, 16(3), 507-526.
- Díaz, Á. (2013). *Guía para la elaboración de secuencias didácticas*. Sindicato Estatal de Trabajadores de la Educación en México (SETSE). https://www.setse.org.mx/ReformaEducativa/Rumbo%20a%20la%20Primera%20Evaluaci%C3%B3n/Factores%20de%20Evaluaci%C3%B3n/Pr%C3%A1ctica%20Profesional/Gu%C3%ADa-secuencias-didacticas_Angel%20D%C3%ADaz.pdf
- Dichev, Ch. y Dicheva, D. (2017). Gamifying education: what is known, what is believed and what remains uncertain: a critical review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 14(9), 1-36.
- Dinc, E. (2019). Prospective teachers' perceptions of barriers to technology integration in education. *Contemporary Educational Technology*, 10(4), 381-398.
- Du Plessis, A. y Webb, P. (2012). A teacher proposed heuristic for ICT professional teacher development and implementation in the South African context. *The Turkish Online: Journal of Educational Technology*, 11(4), 46-55. <http://www.tojet.net/articles/v11i4/1144.pdf>
- Fernández, M. O. G. y Gaytán, P. H. (2019). Experiencia del aula invertida para promover estudiantes prosumidores del nivel superior. *RIED: Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 22(2), 245-263.
- Flick, U. (2004). *Introducción a la metodología cualitativa*. Morata.
- Gee, J. P. (2006). Are video games good for learning? *Nordic Journal of Digital Literacy*, 1(3), 172-183.
- Gros-Salvat, B. (2000). La dimensión socioeducativa de los videojuegos. *Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (12), 1-11.
- Gros-Salvat, B. (2012). Retos y tendencias sobre el futuro de la investigación acerca del aprendizaje con tecnologías digitales. *Revista de Educación a Distancia*, (32), 3-13. <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4954132&info=resumen&idioma=ENG>
- Grossman, P., Hammerness, K. y McDonald, M. (2009). Redefining teaching, re-imagining teacher education. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 15(2), 273-289.
- Jenkins, H., Purushotma, R., Weigel, M., Clinton, K. y Robison, A. J. (2009). *Confronting the challenges of participatory culture: Media education for the 21st Century*. MIT Press.
- Jin, G., Tu, M., Kim, T.-H., Heffron, J. y White, J. (2018). Evaluation of game-based learning in cybersecurity education for high school students. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 12(1), 150-158.
- Kaminskienė, L., Järvelä, S. y Lehtinen, E. (2022). How does technology challenge teacher education? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19(64). <https://doi.org/10.1186/s41239-022-00375-1>
- Kapp, K. M. (2012). *The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education*. John Wiley & Sons.

- Koehler, M. y Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60-70
- Latorre, A., del Rinón, D. y Arnal, J. (1996). *Bases metodológicas de la investigación educativa*. Gràfiques.
- Lave, J. y Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge University Press.
- Leal, L. A. (2020). *La formación inicial en competencias digitales del profesorado de secundaria: Una lectura desde las ecologías de aprendizaje* [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Educación a Distancia]. <https://portalcientifico.uned.es/documentos/5fb478062999525258e8cfa3>
- Litwak, N. D., Mariño, S. I. y Godoy, M. V. (2009). Diseño de un «software» educativo lúdico para el nivel inicial. *Revista Iberoamericana de Educación*, (49), 2-10. <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2966319>
- Livingstone, S. (2012). Reflexiones críticas sobre los beneficios de las TIC en la educación. *Oxford Review of Education*, 38(1), 9-24.
- Manesis, D. (2020). Digital games in primary education. En *Game design and intelligent interaction*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.91134>
- Mishra, P. y Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: a framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Moreno-Guerrero, A. J., Miaja-Chippirraz, N., Bueno-Pedrero, A. y Borrego-Otero, L. (2020). El área de información y alfabetización informacional de la competencia digital docente. *Revista Electrónica Educare*, 24(3), 521-536.
- Negre F., Marín, V. y Pérez, A. (2018). La competencia informacional como requisito para la formación de docentes del siglo XXI: Análisis de estrategias didácticas para su adquisición. *Profesorado: Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 22(1). <https://recyt.fecyt.es/index.php/profesorado/article/view/63645>
- Occelli, M., García-Romano, L., Valeiras, N. y Willging, P. A. (2017). Animar la división celular (mitosis): una propuesta didáctica con la técnica de slowmation. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(2), 398-409.
- Padilla, N. (2011). *Metodología para el diseño de videojuegos educativos sobre una arquitectura para el análisis del aprendizaje colaborativo* [Tesis doctoral, Universidad de Granada]. <https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/19440/20058287.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Partida, S. P., Moreno, C. I. y Hernández, R. (2015). Barreras para la integración de buenas prácticas con TIC: estudio de caso. *Innoeduca: International Journal of Technology and Educational Innovation*, 1(2), 80-90. <https://doi.org/10.20548/innoeduca.2015.v1i2.1044>
- Pintrich, P. R. (2000). The role of goal orientation in self-regulated learning. En M. Boekaerts, P. R. Pintrich y M. Zeidner (eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 451-502). Academic Press.
- Prensky, M. (2003). Digital game-based learning. *Computers in Entertainment (CIE)*, 1(1), 21-21.
- Redecker, C. (2017). *European framework for the digital competence of educators*. Joint Research Centre of the European Commission.
- Reig, D. y Vilchez, L. (2013). *Los jóvenes en la era de la hiperconectividad: Tendencias, claves y miradas*. Fundación Telefónica.
- Salinas, J. (2008). *Innovación educativa y uso de las TIC*. Universidad Internacional de Andalucía.
- Sánchez, M. L. (2013). Profesores frente a los videojuegos como recurso didáctico. *Revista DIM, Didáctica, Innovación y Multimedia*, (25), 1-8. <http://www.raco.cat/index.php/DIM/article/view/269844>
- Sandoval, C. A. (2002). *Investigación cualitativa*. Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior, ICFES.
- Santiago, R. y Trbaldo, S. (2015). *Mobile learning: Nuevas realidades en el aula*. Digital-Text.
- Schunk, D. H. y Zimmerman, B. J. (1998). *Self-regulated learning: From teaching to self-reflective practice*. Guilford Press.

- Sefo, K., Granados, J. M., Lázaro, M.-N. y Fernández-Larragueta, S. (2017). La formación del profesorado para un uso innovador de las TIC: un estudio de caso en la educación obligatoria en la provincia de Almería. *Profesorado: Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 21(4), 241-258.
- Spires, H. A. (2008). 21st century skills and serious games: preparing the N generation. En *Serious educational games* (pp. 13-23). Brill Sense.
- Squire, K. (2006). From content to context: video-games as designed experience. *Educational Researcher*, 35(8), 19-29.
- Talanquer, V. (2009). De escuelas, docentes y TICs. *Educación Química*, (julio), 346-351.
- Talanquer, V. (2014). Simulaciones computacionales para explorar y construir modelos. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (76), 8-16.
- Tamayo-Alzate, O. E. (2006). La metacognición en los modelos para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. En *Los bordes de la pedagogía: Del modelo a la ruptura* (pp. 275-306). Universidad Pedagógica Nacional.
- Universidad Nacional de Colombia. (2018). *Informe final del estudio de medición y evaluación de impacto de CPE 2014-2018*. Universidad Nacional de Colombia.
- Wang, X. y Zhang, P. (2024). *The impact of digital educational games on student's motivation for learning: The mediating effect of learning engagement and the moderating effect of the digital environment*. PLOS ONE.
- 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.

Capítulo 4

Las competencias digitales docentes específicas implicadas en la creación de un videojuego RPG para la enseñanza de los mecanismos de defensa inmunológica

DOI: 10.25100/peu.864.cap4

 Maira Alejandra Figueroa Zúñiga,  Miyerdady Marín Quintero

Resumen

El capítulo plantea que es un reto para el docente renovar las prácticas de aula a la luz de los cambios educativos que han generado la incorporación de las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje. En este sentido, los profesores de ciencias se conciben más como consumidores que como creadores de material didáctico digital. Además, los estudios sobre la identificación de las competencias digitales docentes implicadas en la creación de estos son escasos. El objetivo es determinar las CCD específicas implicadas en la creación de un videojuego RPG para la enseñanza de los mecanismos de defensa inmunológica en noveno grado. La metodología usada fue de tipo cualitativa y descriptiva, con un enfoque de diseño instruccional del modelo ADDIE y el proceso metodológico basado en Notaciones gráficas para la creación del videojuego. Se usó la herramienta de autorreflexión *SELFIE for TEACHERS* con un participante, futuro profesor de ciencias. Los hallazgos obtenidos permiten afirmar que la labor de crear un videojuego RPG fue un desafío permanente, ya que involucró el uso de conocimientos y competencias digitales docentes asociadas en el proceso de diseño y elaboración, como son los elementos estéticos y dinámicas (menor dificultad) y los elementos de programación de las mecánicas del juego (con mayor dificultad dada su complejidad). En cuanto a las áreas se manifiesta un desarrollo mayor en los contenidos digitales y compromiso profesional, mientras que incipiente en las áreas empoderamiento del estudiante, evaluación y retroalimentación. Se ubica al participante en un nivel de Integrador B1.

Palabras claves: competencias digitales docentes (CDD), recursos digitales, video juego RPG, enseñanza de las ciencias.

Abstrac

The chapter states that it is a challenge for the teacher to renew classroom practices in light of the educational changes that have generated the incorporation of ICT in the teaching and learning processes. In this sense, science teachers are conceived more as consumers than as creators of digital teaching material.

Furthermore, studies on the identification of the Digital Teaching Competencies involved in their creation are scarce. The objective is to determine the specific CDDs involved in the creation of an RPG video game for teaching immune defense mechanisms in ninth grade. The methodology used was qualitative and descriptive, with an instructional design approach of the ADDIE Model and the methodological process based on graphic notations for the creation of the video game. The Selfie for Teachers self-reflection tool was used with one participant, a future science teacher. The findings obtained allow us to affirm that the work of creating an RPG video game was a permanent challenge, since it involved the use of knowledge and digital teaching skills associated with the design and development process, such as aesthetic elements and dynamics (less difficulty) and the programming elements of the game mechanics (with greater difficulty given its complexity). Regarding the areas, greater development is evident in digital content and professional commitment, while emerging in the areas of student empowerment and evaluation and feedback. The participant is placed at a B1 Integrator level.

Keywords: Digital Teaching Competencies (CTC), digital resources, RPG video game, science teaching

Introducción

Ante una enseñanza de las ciencias naturales que conservan modelos de transmisión y recepción del contenido, caracterizada por el uso de la palabra hablada (oratoria) en dominio del profesor y del uso exclusivo del libro de texto como guía fundamental, cuestionada por los insuficientes aprendizajes significativos obtenidos en los estudiantes, es imperante ejercer cambios educativos que transformen la manera de concebir y ejercer la enseñanza, de modo que, en vez de promover un aprendizaje pasivo y memorístico, se contribuya a un aprendizaje centrado en el estudiante.

Para el docente comprometido con el cambio, es un reto renovar los contenidos, la metodología de enseñanza y crear entornos de aprendizaje, además de integrar y diversificar los materiales didácticos, especialmente estos últimos por su relevancia en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Desde la

enseñanza los materiales didácticos «constituyen una mediación entre el objeto de conocimiento y las estrategias cognitivas que emplean los docentes» (Angarita *et al.*, 2008, p. 50). En el aprendizaje son herramientas de pensamiento que facilitan la comprensión de los conceptos y fenómenos, el desarrollo de habilidades cognitivas, destrezas y capacidades en un contexto específico en el que se capta e interviene sobre la realidad.

Los materiales didácticos físicos o virtuales (con qué) son elementos curriculares que se articulan con el para qué, cómo y a quién se enseña y aprende. Por tanto, para su uso, selección y creación se deben tener en cuenta aspectos referidos a las características internas del material y aquellas que son propias de los sujetos que interactúan con este y del contexto en que se hace uso (Dorado y Gewerc, 2017). Entre estas características se consideran: el soporte físico del material, el uso de distintas formas de representación y los sistemas de codificación de la información, la identificación de las metas de aprendizaje, que sean acorde con los contenidos y con el tipo de actividades a desarrollar, deben atender la diversidad del aula y de los estudiantes (intereses, motivaciones, capacidades, estilos de aprendizaje, saberes y experiencias), además, garantizar la flexibilidad.

Sin lugar a duda, dado los avances de las tecnologías de la información y comunicación y su notable incidencia en los ámbitos educativos escolares y universitarios, es cada vez más pertinente considerar el uso de materiales didácticos digitales como incentivo para modificar las prácticas pedagógicas y que sirvan de apoyo al proceso de aprendizaje. Como lo expresan Bautista *et al.* (2014):

Las herramientas tecnológicas como el video, multimedia, internet y equipo en general han servido de apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje y han sido elaboradas por el profesor, ayudando a mejorar la calidad de los procesos de enseñanza-aprendizaje mediante la aplicación de sistemas pedagógicos innovadores. (p. 189)

Además,

los estudiantes aprenden con mayor entusiasmo cuando se involucran y les es más significativo ya que se encuentran trabajando con herramientas que conocen y utilizan diariamente,

el docente debe ser original en el entendido de anular lo tradicional, ser creativo, auténtico e innovador. (p. 190)

Es frecuente encontrar en nuestro contexto local que los profesores de ciencias naturales se conciben más como consumidores y usuarios de material didáctico para su uso en la labor educativa y formativa que desde el rol como creador de material didáctico digital en general, y siendo muy escaso en la creación de videojuegos educativos en particular. Esto ha sido evidenciado por algunos autores como una faceta escasamente desarrollada por los docentes (Dorado y Gewerc, 2017). Asimismo, González y Cortés (2023) reconocen la carencia de una formación específica en los docentes que les permita adquirir los conocimientos suficientes, competencias tecnológicas y habilidades para desarrollar proyectos de creación de videojuegos. Se suma a lo anterior la necesidad formativa del profesorado con relación al desarrollo de las competencias digitales de modo que logren mayor conocimiento, empleo, transferencia y valoración de los recursos digitales propicios para promover aprendizajes y que respondan a los requerimientos formativos de los estudiantes de acuerdo con la diversidad de estos (Ruiz-Cabezas *et al.*, 2020). En cuanto a estudios que profundicen en la identificación de las competencias digitales docentes (CDD) implicadas en la creación de material didáctico digital para la enseñanza de las ciencias, del mismo modo, se muestran escasos. Por ello, este estudio centra el propósito en determinar las competencias digitales docentes específicas implicadas en la creación de un videojuego RPG (*role-playing game*) como material para la enseñanza de los mecanismos de defensa inmunológica en noveno grado.

Marco teórico

Las competencias digitales docentes

Debido al impacto digital en la educación y en la creación de nuevas experiencias de aprendizaje, se precisa que el docente adquiera las competencias digitales docentes (CDD) para que haga un uso eficiente y crítico de las TIC en su práctica profesional (González y Cortés, 2023). Así, en los últimos años el creciente interés de instituciones y organismos

por la competencia digital docente han planteado propuestas de marcos y modelos que han aportado tanto a su conceptualización como al desarrollo de estas competencias que hacen parte del perfil profesional y de la evaluación para el fortalecimiento o mejoría.

Para fines de este estudio se ha fundamentado en el Marco Común Europeo para la Competencia Digital de los Educadores (DigCompEdu) publicado por Joint Research Centre (JRC) de la Comisión Europea (Redecker, 2017). Tiene como finalidad proporcionar un marco de referencia general para aquellos promotores de modelos de competencia digital para la formación. Además, pretende que este marco sirva a los docentes de los diferentes niveles educativos para que se autoevalúen y desarrollen sus competencias digitales de manera integral, y puedan utilizar eficazmente las tecnologías digitales en la enseñanza.

La competencia digital docente está relacionada con un conjunto de conocimientos, habilidades, estrategias y actitudes requeridos por los docentes en un mundo digitalizado y su uso desde una perspectiva didáctico-pedagógica (Gutiérrez-Castillo *et al.*, 2017) con un sentido reflexivo y crítico de las TIC en el contexto educativo. Además, se entiende como un proceso de aprendizaje continuo desde lo personal, grupal y colectivo, en el que se incluye a la comunidad educativa como uno de los escenarios donde poner en juego y desarrollar las CDD (Padilla, 2020).

El marco DigCompEdu presenta un modelo de seis áreas competenciales que agrupa las veintidós competencias digitales docentes (Redecker, 2017) (ver Figura 1):

1. Compromiso profesional.
2. Recursos digitales.
3. Pedagogía digital.
4. Evaluación digital.
5. Empoderar a los estudiantes.
6. Facilitar la competencia digital de los estudiantes.

Con el propósito de favorecer al docente el análisis de las fortalezas y debilidades de cada competencia individual, estas se describen a lo largo de seis niveles de aptitud A1, A2, B1, B2 C1 y C2 (Redecker, 2017). Los diferentes niveles del Marco

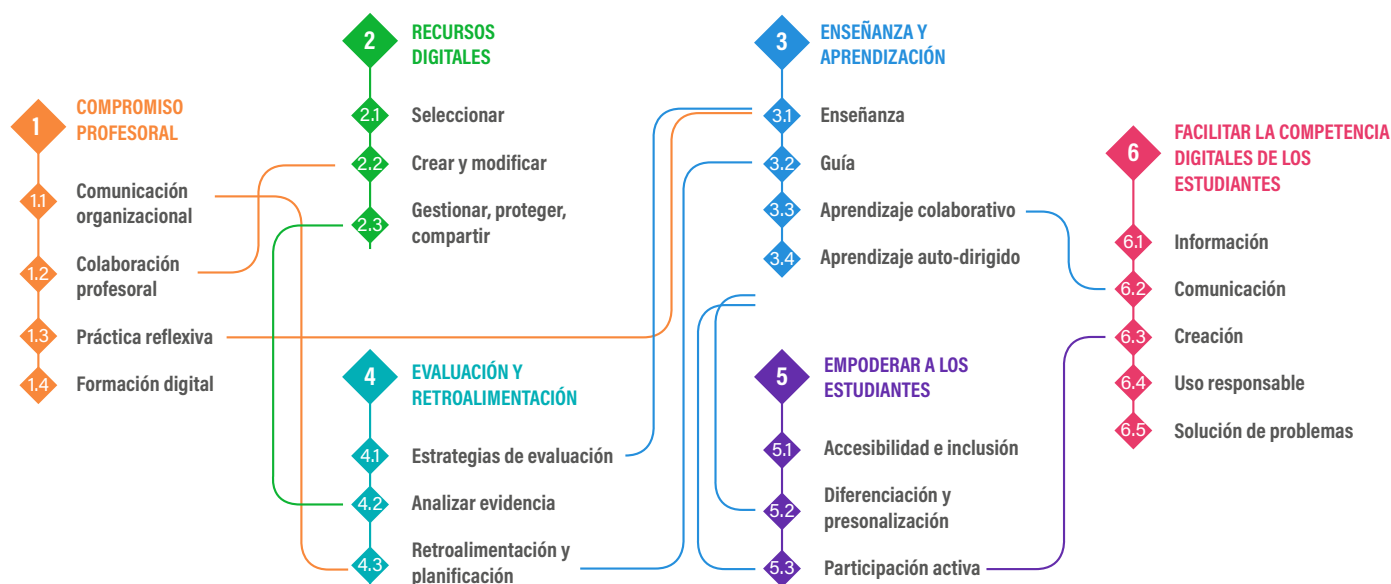


Figura 1. Áreas, competencias y relaciones competenciales del marco DigCompEdu

Fuente: European Commission (s. f.-a).

son descriptores denominados en roles del docente en el uso de la tecnología digital; en los dos primeros niveles corresponde a Novel (A1) y Explorador (A2), que indica que los docentes captan la nueva información y realizan prácticas digitales básicas. Los dos niveles siguientes atañen a Integrador (B1) y Experto (B2), se refiere a que los docentes ejecutan, expanden y reflexionan sobre sus prácticas digitales. En los últimos niveles siendo Líder (C1) y Pionero (C2), ellos comparten sus conocimientos, forman un pensamiento crítico sobre su práctica digital y desarrollan nuevas prácticas.

DigCompEdu es utilizado como base para desarrollar una herramienta de autopercepción gratuita en línea para profesores de educación escolar (primaria y secundaria) denominado: *SELFIE for TEACHERS*², permite al docente la autorreflexión sobre sus competencias digitales docentes y ayuda a desarrollarlas. Cuando la prueba se realiza se recibe un informe de respuesta automático que muestra el desempeño alcanzado por área teniendo en cuenta los valores porcentuales, que sitúa al participante en

el nivel en que se encuentre según del desarrollo de su competencia, como se ilustra en la Tabla 1.

Videojuegos del género rol (RPG) y la gamificación como estrategia didáctica

Es de interés para este trabajo el género de juegos de rol, que comúnmente se denominan RPG, sigla proveniente de la denominación *role-playing game*. Los videojuegos RPG son aquellos donde el jugador controla un personaje cuando emprende una aventura, caracterizado por la narrativa, el hilo conductor de toda la experiencia y provee de sentido la misión, plantea hitos que el jugador debe resolver según progresa el juego.

Conviene subrayar que, aunque el nombre de videojuegos de rol coincida con los juegos de rol de mesa, dado a las experiencias y habilidades que desarrolla el personaje, sin embargo, se diferencian con respecto a la componente del rol en sí misma (Corbal, 2017). En los juegos de rol el jugador debe interpretar un papel que asume en tercera persona, por lo que su accionar se determina al personaje controlado; por el contrario, en los videojuegos de rol el jugador asume el personaje en primera persona, lo cual no solo ayuda a su interpretación, sino que también a su implicación en la mente del jugador, lo que favorece la inmersión y la experiencia de juego.

² Se basa en el Marco Europeo de Competencias Digitales para Educadores (DigCompEdu) y es una iniciativa del Plan de Acción de Educación Digital (2021-2027) de la Comisión Europea (European Commission, s. f.-b).

Tabla 1. Niveles competenciales que recoge el modelo DigCompEdu

Niveles	Descripción	Puntuación
A1 (Novato)	Es consciente de cómo las tecnologías digitales pueden apoyar y mejorar su práctica profesional.	1-17 %
A2 (Explorador)	Ha comenzado a explorar el potencial de las tecnologías digitales y se interesa en utilizarlas para mejorar la práctica pedagógica y profesional. Además, ha intentado utilizar las tecnologías digitales en algunas áreas y se beneficiará de un uso más consistente.	18-33 %
B1 (Integrador)	Experimenta con tecnologías digitales en una variedad de contextos y para una gama de propósitos, integrando en sus prácticas. Las utiliza creativamente para mejorar diversos aspectos de su compromiso y tiene un deseo creciente por expandir su repertorio de prácticas.	34-50 %
B2 (Experto)	Utiliza una gama de tecnologías digitales con confianza, creatividad y críticamente para mejorar su práctica profesional. Además, selecciona con un propósito educativo las tecnologías digitales para situaciones particulares, e identifica los beneficios y desventajas de diferentes estrategias digitales. Es un usuario curioso y abierto a nuevas ideas, sabiendo que hay muchas cosas que aún no has probado. Usa la experimentación y la reflexión como medios para rediseñar, expandir, estructurar y consolidar su repertorio de estrategias.	51-67 %
C1 (Líder)	Tiene un enfoque coherente e integral para usar tecnologías digitales para mejorar la pedagogía y prácticas profesionales. Cuenta con un amplio repertorio de estrategias digitales y elige el más apropiado para cualquier situación dada. Reflexiona continuamente sobre sus prácticas y el intercambio con pares le permite mantenerse informado sobre los nuevos desarrollos e ideas. Además, ayuda a otros profesores aprovechar el potencial de las tecnologías digitales para mejorar la enseñanza y el aprendizaje	68-83 %
C2 (Pionero)	Reflexiona críticamente sobre las prácticas digitales en la educación y las pedagógicas contemporáneas. Se preocupa por las limitaciones o inconvenientes de estas prácticas, por tanto, siente el impulso para innovar más en la educación. Experimenta con tecnología altamente compleja, es innovador y desarrolla nuevos enfoques pedagógicos. Además, lidera la innovación en su escuela y expande sus prácticas más allá de la comunidad escolar.	84-100 %

Fuente: adaptado de Mora-Cantallops *et al.* (2022).

La estética que abordan los videojuegos RPG se distingue por desarrollarse en mundos fantásticos, donde lo extraño se considera normal dentro del juego, mientras que lo fantástico es lo maravilloso, lo que no se espera, actuando como un motivador hacia el contenido. Otro rasgo de los RPG es un juego de aventuras donde el personaje va evolucionando tanto psicológicamente como en atributos físicos y ampliando habilidades, en la medida que va avanzando en el juego (Corbal, 2017).

En la Tabla 2 se presentan los componentes característicos de los videojuegos RPG indicados por Corbal (2017).

Tabla 2. Descripción de los componentes de los videojuegos RPG

Componentes	Aspectos
Narrativa	Se divide en dos categorías: la primera, es la trama principal que mueve al jugador de un lugar a otro y ha de ser que capte el interés del jugador. La segunda, son historias secundarias sin relevancia, que buscan ayudar al personaje a mejorar.
	- Brinda un entorno explorable para el protagonista, donde muchos elementos de ese mundo deben estar ocultos para ser descubiertos. - Las misiones con las que el jugador se debe encontrar, no necesariamente deben llamarlo, sino también el personaje debe averiguar donde se encuentran, sin pistas o sugerencias. - El jugador ha de ser una hoja en blanco esperando ser escrita por el jugador, pues es él quien va a interpretar ese rol.
Riesgo	- Se asocia a los límites del personaje que el jugador rompe durante el incremento de los niveles. El personaje adquiere características especiales para enfrentarse con los enemigos claves al superar niveles. - El jugador puede evaluar el riesgo de una situación y decidir en consecuencia. - No existe la victoria y fracaso, todo debe ser permitido con la única excepción de las reglas físicas y lógicas del mundo virtual permita.
Habilidades	- Son las que permiten que el personaje pueda llevar a cabo sus acciones con mayor o menor probabilidad al éxito. - Las habilidades se interpretan como datos estadísticos, tienen una puntuación cuando se usa en una acción para la cual esa habilidad sea indicada.
Misiones	El personaje debe mejorar en la búsqueda de la meta final, para ello se le presentan objetivos intermedios a través de personajes secundarios, a fin de que expongan un pequeño problema que el jugador debe resolver a cambio de cierta gratificación.
Diálogo	- Las conversaciones como las misiones pueden ser referentes a la trama principal o a cuestiones sin importancia. - Los personajes principales cumplen la función de ayudar a avanzar en el juego, son los que presentan diálogos expositivos que van añadiendo más información que resulta ser clave para el avance del personaje en el juego. - El diálogo es lineal, aunque en ocasiones se presentan frases para escoger, puesto que la trama es única y no puede accederse a ella sin el acuerdo mutuo de todos los actores, incluyendo al jugador. - Los diálogos secundarios tienen varios propósitos para brindar información relevante, para iniciar una misión colateral o para dar información del mundo en general. Esta información no debe verse como parte del diálogo, sino más bien una ayuda para que el jugador sepa qué hacer o cómo comportarse según las reglas del juego.

Fuente: Corbal (2017).

Gamificación

El término gamificación corresponde en español a «ludificación», pero ha calado más el término en inglés por su relación directa con la palabra «game». Ha sido definido por diversos autores que coinciden en afirmar que la gamificación en el ámbito educativo refiere al uso de elementos, técnicas, mecánicas y dinámicas propias de diseño de los juegos en contextos que no están pensados para ser lúdicos (Contreras y Eguía, 2017; Mallitasig y Freire, 2020).

Por su parte, Caponetto *et al.* (2014) afirman que es utilizada como herramienta de aprendizaje y para el desarrollo de actitudes, trabajo colaborativo y el estudio autónomo en diferentes áreas y asignaturas. Carolei *et al.* (2016) señalan que se relaciona de manera específica con una propuesta didáctica contextualizada, significativa y de transformación del proceso de enseñanza-aprendizaje, llegando a plantearse actividades gamificadas como estrategias de aprendizaje (Area y González, 2015).

Cada vez más surgen marcos de referencia que aportan en el diseño de la gamificación, en donde los elementos de juego intervienen de diferente manera. Para fines de este estudio se toma el MDA como marco de referencia³ que brinda un enfoque formal sobre el diseño y la investigación de juegos, propuesto por Hunicke *et al.* (2004). En este resaltamos los tres elementos fundamentales de interés para el diseño de videojuegos siendo: las mecánicas, las dinámicas y la estética. Los autores señalan que es importante tener en cuenta la perspectiva tanto del diseñador (en este caso del profesor diseñador) como del jugador, la Figura 2 expresa de manera visual el marco del MDA. Desde el punto de vista del diseñador, la relación se inicia desde las mecánicas al comportamiento dinámico en el sistema, que conducen a su vez a las experiencias estéticas; mientras que desde la perspectiva del jugador es inverso, el elemento de la estética conduce a las dinámicas que son visibles y observables, y que marcan la pauta a las mecánicas usables (Hunicke *et al.*, 2004).

En el diseño del videojuego es necesario saber diferenciar las mecánicas, dinámicas y la estética para aprovechar la utilidad de cada elemento (Tabla 3), aunque es de reconocer que los tres elementos están íntimamente relacionados.

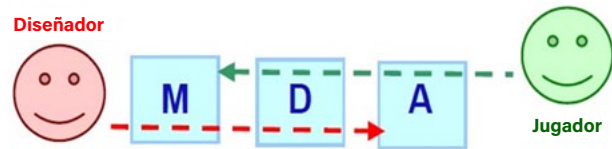


Figura 2. Perspectiva del docente diseñador y del estudiante en su rol de jugador

Fuente: Hunicke *et al.* (2004).

Nociones básicas de los mecanismos de defensa inmunológica

La función principal del sistema inmunitario es ejercer una acción protectora contra enfermedades, para lo que genera mecanismos con el fin de eliminar agentes potencialmente patógenos. Audesirk *et al.* (2009) proponen tres mecanismos de defensa inmunológica: mecanismos de defensa externos inespecíficos, mecanismos de defensa internos inespecíficos y las defensas internas específicas.

1. *Mecanismos de defensa externos inespecíficos:* se refiere a la superficie externa del cuerpo como la piel, los cilios y los recubrimientos internos de sus trayectos, que se establecen como barreras impidiendo la penetración de microbios como virus, bacterias y parásitos, causantes de enfermedades.

Tabla 3. Descripción de los elementos del marco MDA

Elementos	Descripción	Componentes
Las mecánicas	Son elementos relacionados directamente con el juego, las acciones y mecanismos de control ofrecidos al jugador en un contexto de juego.	▪ Puntos ▪ Clasificación o ranking ▪ Niveles ▪ Bienes, mejoras, privilegios y Avatar.
Las dinámicas	Hace alusión al comportamiento durante el tiempo de juego de las mecánicas que actúan sobre los <i>inputs</i> de jugadores y los demás <i>outputs</i> que se generan en el tiempo del juego.	▪ El progreso ▪ El estatus ▪ El reconocimiento o pertenecer a una comunidad ▪ Autoexpresión
La estética	Son las reacciones emocionales que se desean evocar en el jugador, cuando interactúa con el sistema de juego.	▪ Sensación ▪ Fantasía ▪ Narrativa ▪ Desafío o reto ▪ Comunidad o compañerismo ▪ Descubrimiento ▪ Sumisión o entrega

Fuente: adaptado de Hunicke *et al.* (2004).

³ Marco de referencia MDA (por las siglas en inglés de *mechanics, dynamics, aesthetics*).

2. *Mecanismos de defensa internos inespecíficos*: cuando son atravesadas las barreras externas del cuerpo, se despliega una variedad de defensas internas que entran en acción llamada *respuesta inmunitaria innata*. Este mecanismo de defensa es el que responde de inmediato sin requerir de un contacto previo con el patógeno. Ahora bien, el sistema inmunitario innato establece un contacto inicial con un microbio invasor cuando lo encuentra una célula fagocítica, como los macrófagos, los neutrófilos y las células dendríticas, que pueden ingerir a invasores extraños y los desechos celulares por fagocitosis. Estos fagocitos tienen diversas proteínas receptoras en su superficie, lo que les permite reconocer macromoléculas propias de los virus o bacterias.

Las respuestas inmunitarias cuando atacan a los patógenos invasores provocan una inflamación en el sitio de infección, que conlleva a que los tejidos se calienten, enrojecen y cause dolor, además reúne células y proteínas plasmáticas que salen de los vasos sanguíneos para aislar el tejido infectado del resto (Audesirk *et al.*, 2009).

Esto significa que la inflamación pretende concentrar los recursos defensivos, es decir, donde las células fagocíticas se dirigen hacia el sitio de infección en respuesta a sustancias químicas liberadas, una vez llegados las células reconocen, atrapan y destruyen a los patógenos. Aunque la inflamación es importante en la defensa del organismo contra patógenos, si no se regula entre actividades proinflamatorias y antiinflamatorias puede causar daños en los tejidos del cuerpo y causar enfermedades crónicas. También, la respuesta innata viene acompañada de la fiebre que contribuye a desacelerar la reproducción microbiana y brinda el sostén al cuerpo para combatir la infección (Karp, 2011).

Por otra parte, es preciso mencionar sobre la respuesta innata contra patógenos intracelulares, en el caso particular de los virus que infectan las células. Estas células infectadas son identificadas por un tipo de linfocito denominado linfocito citolítico natural (NK), los cuales provocan la muerte de la célula infectada, al inducirla a la apoptosis e igualmente destruyen ciertas células cancerosas *in vitro*, es probable que puedan

destruir estas células antes de formar un tumor. Otra respuesta innata antiviral se lleva a cabo por la misma célula infectada que produce proteínas llamadas interferones tipo 1, que se liberan en el medio extracelular uniéndose en la superficie de las células no infectadas para brindarles resistencia ante la infección (Karp, 2011).

3. *Defensas internas específicas*: constituyen la respuesta inmunitaria adaptativa o también llamada adquirida, donde el cuerpo prepara una respuesta coordinada y específica para un organismo en particular que invadió con éxito el cuerpo. Este mecanismo se estimula ante la exposición sucesiva de una macromolécula extraña al cuerpo, que conlleva el aumento de la capacidad defensiva. Estas defensas requieren de un periodo de tiempo necesario para preparar el ataque (Audesirk *et al.*, 2009). Este mecanismo comprende dos reacciones adaptativas: la inmunidad humoral y la inmunidad mediada por células.

4. *Inmunidad humoral*: actúa por los linfocitos B que son células que secretan anticuerpos, los cuales se dirigen contra materiales extraños (componentes proteínicos y polisacáridos de las paredes celulares de las bacterias, toxinas bacterianas y proteínas de la cubierta de los virus) que se ubican fuera de las células (Karp, 2011).

La estructura principal de un anticuerpo (Figura 3) está formada por dos pares de cadenas de aminoácidos, un par de cadenas pesadas idénticas y un par de cadenas ligeras idénticas, que se unen entre sí por puentes disulfuro, resultando una colocación en forma de Y (los brazos y los troncos).

Cada par de cadena tiene una región constante que comparten todos los anticuerpos del mismo tipo y una región variable que es diferente entre cada anticuerpo. Se debe mencionar que las regiones variables refieren a la punta de los brazos y son los encargados de identificar y de unirse a los antígenos específicos, de modo que cuando encajan estimulan una respuesta a estos, que ayudan a destruir las células o moléculas (Audesirk *et al.*, 2009).

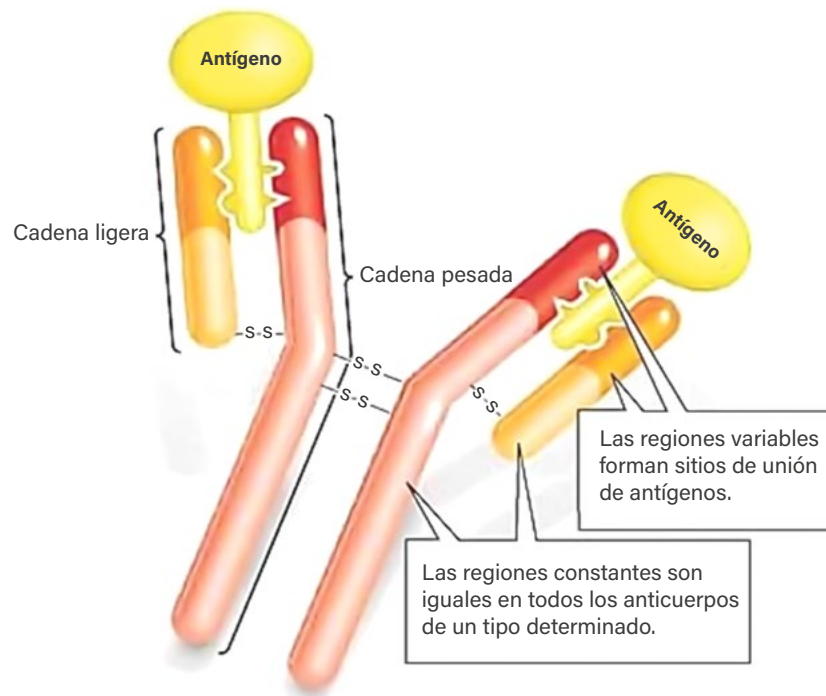


Figura 3. Estructura principal de un anticuerpo

Fuente: Audesirk *et al.* (2009).

Conviene subrayar que los anticuerpos o inmunoglobulinas son los receptores de los linfocitos B que se unen de forma específica a un fragmento de antígeno marcándolo para su destrucción. El antígeno es una proteína, glúcido o glucoproteína cuya estructura es reconocida por el sistema inmunológico, ocasionando una respuesta específica denominada inmunógeno. Es pertinente tener claridad en que lo propio de nuestro organismo también es reconocido por el sistema inmune con la diferencia de que no es atacado por este, dado que existe un sistema de control. No obstante, el sistema inmune puede perder el reconocimiento a determinados antígenos del organismo provocando una reacción contra ellos, lo cual se denomina autoinmunidad (Audesirk *et al.*, 2009).

Por otra parte, los anticuerpos en la sangre actúan contra el invasor de diferentes maneras (Audesirk *et al.*, 2009):

- Un anticuerpo puede unirse a una molécula extraña, a un virus o una célula, para bloquearla sin hacer daño.

- Los anticuerpos cubren las superficies de moléculas, virus o una célula, como indicador para que las células fagocíticas lo destruyan.
- Los anticuerpos al unirse con antígenos que están en la superficie del invasor ejercen su acción con las proteínas de complemento que están en la sangre, las cuales se encargan de perforar la membrana plasmática del invasor y lo destruyen, otras suscitan la fagocitosis de los invasores.

Cuando se produce una infección actúan los linfocitos B con anticuerpos propios en su superficie para unirse al patógeno, propicia que esas células se dividan rápidamente por los antígenos particulares. Así que, el linfocito B se diferencia en dos tipos de células: las células de memoria, cuya función es identificar y armar una respuesta inmunitaria más rápida y eficaz en caso de que vuelva a existir a futuro una invasión de este patógeno, y estas células no producen anticuerpos; y las células plasmáticas, que tienen la función de sintetizar grandes cantidades de proteínas específicas de anticuerpos para luego ser liberados en el torrente sanguíneo (Audesirk *et al.*, 2009).

Inmunidad mediada por células. Hay que mencionar que los anticuerpos no son eficientes contra patógenos que se encuentren dentro de las células. Es ahí donde interviene la segunda reacción que es la inmunidad mediada por células, que llevan a cabo los linfocitos T que son capaces de reconocer, destruir alguna célula infectada y a cualquier patógeno en su interior. Ahora bien, tanto el linfocito B y el linfocito T se originan de la misma célula, pero se diferencian en los órganos linfoides, por ejemplo, en el hígado fetal o la médula ósea se diferencian los linfocitos B, por el contrario, en el timo lo hacen los linfocitos T (Karp, 2011).

Metodología

La metodología cualitativa y descriptiva responde al siguiente problema de investigación planteado: ¿Cuáles competencias digitales docentes específicas implican en la creación de un videojuego RPG como material para enseñar mecanismos de defensa inmunológica en noveno grado? El enfoque adoptado es el diseño instruccional; porque este no solo enfatiza en el diseño e implementación de intervenciones particulares, sino que también permite ejecutar un proceso sistemático, planificado y estructurado de ambientes de enseñanza aprendizaje (Agudelo, 2009).

Por otra parte, desde la línea del diseño instruccional han emergido distintos modelos debido a los cambios en la educación con la integración de las TIC. Entre ellos se encuentra el modelo ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación). El valor de este modelo está sustentado en el paradigma del procesamiento de la información y la teoría del sistema del conocimiento humano, lo que facilita que el proceso investigativo sea interactivo en cada una de sus fases por la valoración y aprobación que se realiza antes de dar continuidad a una fase siguiente, de modo que la evaluación impregna todo el modelo (Maribe, 2009, como se citó en Morales-González *et al.*, 2014).

La investigación planteó como objetivo general: Determinar las competencias digitales docentes (CDD) específicas usadas por un futuro profesor de ciencias en la creación de un videojuego RPG como material didáctico para la enseñanza de los mecanismos de defensa inmunológica en noveno grado.

Para el desarrollo de este estudio se contó con un participante (futuro profesor de ciencias naturales) que cursa último año en un programa licenciado en una universidad pública de Santiago de Cali (Valle del Cauca). El desarrollo de este estudio implicó varios momentos, para lo cual se establecieron cuatro criterios de selección: (1) disponibilidad del PFI para las tareas a desarrollar durante el proceso, (2) el sujeto se encuentre en semestres avanzados de la carrera, (3) interés y habilidades en el manejo de las TIC, y (4) el participante cuente con saberes disciplinares, curriculares, pedagógicos, didácticos y experienciales. Esto debido a que el participante realiza un trabajo de reflexión y análisis acerca de su proceso, identificando un horizonte amplio para integrar sus saberes y poner en ejecución ciertas acciones para el alcance de los objetivos propuestos.

El procedimiento investigativo que se lleva a cabo sigue la propuesta de Morales-González *et al.* (2014) que consta de cinco fases. Una primera fase consiste en el *análisis*, en esta fase se plantea el problema, se realiza revisión de la literatura de antecedentes y marco conceptual y, se definen los componentes físico-estructural, pedagógico-didáctico y contextual requeridos para la creación del videojuego RPG como material educativo. Además, se aplica el cuestionario de autoevaluación de las competencias digitales docentes (DigCompEdu) para conocer desde la perspectiva del participante el nivel de desarrollo de las CDD que tiene antes de implicarse en la creación del videojuego educativo RPG (objetivo específico 1).

La segunda y tercera fases corresponden al *diseño* y *desarrollo*, en estas fases se reconocen e integran los componentes requeridos para crear el videojuego RPG para enseñar los mecanismos de defensa inmunológica en grado noveno (objetivo específico 2), lo que involucró distintas decisiones docentes, por ejemplo, seleccionar el medio o la herramienta, la planificación del contenido abordar en un orden secuencial, el enfoque didáctico y el diseño de las actividades que conlleve a lograr los objetivos propuestos. El profesor en formación inicial aplica sus competencias digitales docentes para utilizar de manera efectiva las tecnologías digitales en su práctica educativa, específicamente, en la creación de recursos tecnológicos para la enseñanza. De este

modo, es la fase en la que se logran identificar y registrar las CDD específicas utilizadas en la creación del material (objetivo específico 3).

Para fines del trabajo actual las fases que implica *implementación* y *evaluación* se escapan al alcance del estudio, ya que el material educativo se propone para ser creado, pero no aplicado y evaluado en aula, debido a que este recurso queda propuesto para un uso posterior a fin de poder verificar su eficacia y eficiencia en la comprensión del material, y el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje propuestos.

Por otra parte, para la creación del videojuego se propone un proceso metodológico que implica el diseño y desarrollo de este, que se sustenta en la metodología basada en notaciones gráficas, propuesta por Medina-Medina *et al.* (2018), las cuales se distinguen en una serie de etapas ordenadas e iterativas, que comienzan con tres etapas preliminares y luego con seis etapas iterativas e interrelacionadas. Las etapas preliminares del diseño se describen en la Tabla 4.

Hasta aquí supone las etapas previas que brinda una base ordenada de la información básica del videojuego a diseñar y dar paso a las etapas siguientes:

- *Etapas 1. Diseño de capítulos:* se definen los capítulos a desarrollar para organizar la historia.
- *Etapas 2. Diseño de escenas:* se trata de dividir cada capítulo en escenas y definir el orden de cada una.

- *Etapas 3. Diseño educativo:* se trata de identificar los retos educativos y la evaluación. Además, se seleccionan las competencias que se van a trabajar en el videojuego.
- *Etapas 4. Diseño emocional:* se clasifican las emociones para el diseño de la experiencia con el fin de interesar a los estudiantes, subrayando en las partes del diálogo o la acción por medio de la reacción que se pretende evocar.
- *Etapas 5. Diseño de la adaptación:* consiste en indicar qué partes del juego tendrá algún ajuste en función de las características de los estudiantes.
- *Etapas 6. Diseño de colaboración:* se debe señalar si el juego será colaborativo y en caso de ser así, qué acciones o retos deben ser resueltos en grupo.

Finalmente, la fase de análisis de la investigación la conforman varios aspectos. Un primer aspecto fue la revisión de los elementos teóricos y metodológicos a partir del marco de estudios previos que subyacen sobre el diseño y creación de videojuegos educativos y la implicancia de las competencias digitales docentes, que evidencian un panorama sobre esta línea de investigación reciente. Este proceso permitió seleccionar elementos principales en dirección a la solución del problema de investigación, dado que la información obtenida podría ser diversa y amplia. Dicha revisión de documentos implicó la colección, organización e interpretación de información que aportó para dar cumplimiento al segundo objetivo del estudio.

Tabla 4. Etapas preliminares de diseño

Etapas previas	Descripción
<i>Etapas previas 1.</i> Diseño de los retos educativos	Se seleccionan las competencias digitales, las competencias científicas y los objetivos de aprendizaje sobre el sistema inmunológico que abordará el videojuego.
<i>Etapas previas 2.</i> Diseño del tipo de juego	Consiste en determinar varios elementos: el género del videojuego, por ejemplo, acción, aventura, lucha, estrategia, etc.; la herramienta a utilizar, el grupo de estudiantes al que va dirigido, el nivel narrativo (sin narrativa, narrativa elemental, narrativa básica o narrativa compleja), el área de aplicación (Biología).
<i>Etapas previas 3.</i> Diseño inicial de la historia y los personajes principales	Se refiere a construir la historia del juego, en esta etapa es preciso elaborar un primer diseño y elegir algunos o todos los personajes principales de la historia.

Fuente: Medina-Medina *et al.* (2018).

Para dar cuenta al primer y tercer objetivo se utilizó la herramienta de autoevaluación de la competencia digital docente denominado *SELFIE for TEACHERS* (European Commission, s. f.-b). Es un cuestionario de uso libre, basado en el marco europeo DigCompEdu, con la adaptación a 24 idiomas y está formulado con 32 ítems que el docente debe contestar, además, brinda un informe automático con resultados y consejos. Para determinar el nivel de la CDD en el docente (PFI), se obtiene en un sistema de puntuación interna que permite conocer la información personal sobre el nivel competencial global y otro específico por áreas. Este cuestionario se aplicó al participante al inicio, previo a la creación del videojuego educativo y al final, luego de que se creara el videojuego RPG.

Resultados y análisis

Creación del videojuego RPG para la enseñanza de los mecanismos de defensa inmunológica

La creación del videojuego RPG para la enseñanza de los mecanismos de defensa inmunológica involucra un proceso de diseño y desarrollo que derivan en el material educativo como producto. La creación incluye elementos teóricos y prácticos que dan cuenta de los aspectos físico-estructural, pedagógico-didáctico y contextual, integrados en la fase de diseño y aplicados en la fase de desarrollo.

Fases de diseño y desarrollo del material didáctico: videojuego RPG

El diseño del material didáctico se distingue en una serie de etapas ordenadas e iterativas (Medina-Medina *et al.*, 2018), enseguida se presentan las acciones implementadas para el desarrollo del videojuego al cual se le ha dado el nombre de *Los invasores en Primipalinda*.

Etapas preliminares

Son tres las etapas preliminares en las cuales se define el diseño del plan curricular (etapa previa 1), el género del juego y la herramienta a utilizar y el tipo de narrativa (etapa previa 2) y el diseño inicial de la historia y los personajes principales (etapa previa 3).

El videojuego RPG *Los invasores en Primipalinda* es un material didáctico dirigido a estudiantes de grado noveno que aborda un contenido del currículo de la biología: *los mecanismos de defensa del cuerpo humano*, y se enfoca en la resolución de problemas. En la Tabla 5 se presentan los diferentes elementos que hacen parte de estas etapas preliminares.

Por otro lado, tomando como punto de anclaje el videojuego en proceso de aprendizaje del contenido, se hace necesario complementar con actividades asociadas al uso del material didáctico, que permitan fortalecer y apoyar al estudiante en el proceso de aprendizaje del contenido. La secuencia de las actividades se organiza en momentos didácticos que se articulan así: previas al uso, durante el uso y después del uso del videojuego (Tabla 6).

Tabla 5. Plan curricular

Plan curricular	
Estándar básico de competencias	Explico la variabilidad en las poblaciones y la diversidad biológica como consecuencia de estrategias de reproducción, cambios genéticos y selección natural.
Derecho básico de aprendizaje	Analiza relaciones entre sistemas de órganos (excretor, inmune, nervioso, endocrino, óseo y muscular) con los procesos de regulación de las funciones en los seres vivos.
Metas de aprendizaje	Comprender cómo funcionan los mecanismos de defensa del sistema inmunológico en la protección del cuerpo contra enfermedades o infecciones. Uso de conceptos. Indagación y resolución de problemas. Navegar, buscar y filtrar la información. Interacción a través de tecnología. Uso creativo de la tecnología.

Tabla 6. Secuencia de las actividades de aprendizaje.

Momentos didácticos	Objetivo (¿qué pretendo?)	Tipo de actividad (¿cómo?)
Prevía al uso del juego didáctico	Contextualización	a) Actividad introductoria: Explicación sobre el sistema de reglas y las acciones que el jugador debe ejercer, para «jugar» a partir de esos efectos o consecuencias hasta llegar a la meta.
	Preparatoria	b) Actividad teórica: Explicación y discusión sobre los componentes y mecanismos del sistema inmunológico.
	Problematización	Actividad de iniciación desafío: Planteamiento de la pregunta problema relacionada con los mecanismos de defensa y formulación de hipótesis.
Uso del juego didáctico	¡A jugar! Resolución del problema	Reto 1. Bloquear las entradas del Pueblo, para dialogar con el Sabio. Reto 2. Identificar la especie de invasores y eliminarlos. Reto 3. Eliminar a los soldados rebeldes que han sido afectados por los invasores y alcanzar la memoria absoluta.
	Respuesta o solución al problema	Actividad teórica. Interpretar los resultados obtenidos, a partir de las soluciones dadas al problema.
	Metacognición	Actividad de autoevaluación. Reflexión sobre su propio progreso y desempeño en la aplicación de conocimientos y habilidades.
Posterior al uso del juego didáctico		

Como se mencionó en los apartados anteriores el género de videojuego es RPG donde el jugador personifica el rol del avatar dentro del escenario completando misiones y combatiendo contra los enemigos a medida en que se avanza en la historia.

Se eligió una herramienta de desarrollo de juegos en la web RPG Playground (<https://rpgplayground.com>) de estética de 32 bits, para diseñar y desarrollar el prototipo de juego de rol, actualmente tiene una versión gratuita. La herramienta cuenta con una interfaz muy sencilla, visual e intuitiva, que se adapta para la construcción de materiales de aprendizaje para diferentes asignaturas, en la que se pueden crear historias propias englobándolas en una gamificación. Además, permite editar y jugar desde diferentes sistemas operativos y desde cualquier dispositivo móvil. No requiere de instalación ni descargar un software, dado que todo lo que se realiza queda registrado en la cuenta personal.

Con respecto al nivel narrativo de la historia es básico ya que se transforma la vida cotidiana en una secuencia de eventos que suceden en el orden en que se juega, además, dicha historia está integrada

en todo el juego. Por ende, este nivel narrativo de la historia se convierte en un dispositivo cognitivo modalizador en el proceso de aprendizaje del tópico.

Por otra parte, el diseño inicial de la historia es una aventura que el Héroe o Heroína emprende al recibir un mensaje que comunica la situación que vive el Pueblo por la invasión de unos monstruos que han convertido algunas víctimas en criaturas marchitas y creando terribles condiciones que claman por una cura. Además, recibe la misión de ayudar a expulsar o destruir a los invasores que han ingresado en las tierras, y a descubrir el misterio que se esconde en el Palacio del Rey. La historia busca representar metafóricamente lo que sucede en el cuerpo humano dado que está expuesto constantemente a organismos microscópicos como bacterias, protistas, hongos y virus, que abundan en el medioambiente y que producen enfermedades cuando ingresan a este. Retomando la historia, el jugador deberá identificar y analizar los retos presentes, como poner en juego la imaginación y desarrollar estrategias para resolverlos, activar los mecanismos de defensa para proteger y liberar las tierras de los invasores.

En este sentido, el juego se divide en tres niveles que el jugador, que es el protagonista, debe superar a medida que resuelva el reto asignado en ese nivel. Cabe señalar que cada nivel permitirá al estudiante identificar cómo se activan los mecanismos de defensa del cuerpo ante una amenaza. La narrativa creada se puede apreciar en el trabajo de Figueroa (2023), allí se presentan los diálogos entre los personajes, con las caracterizaciones de cada uno, los cuales manejan un vocabulario técnico y básico. Esta narrativa tiene la clara intención de sumergir en la historia y motivar al participante, a fin de obtener resultados positivos en su proceso por aprender, obtener insignias y subir de nivel.

Por otro lado, en la Tabla 7 se presentan los principales personajes de la historia, con su imagen y el rol que desempeñan en el juego.

Hasta aquí supone las etapas previas que brinda una base ordenada de la información básica del videojuego a diseñar y dar paso a las seis etapas siguientes.

Etapas de diseño

En estas etapas se diseñan los capítulos (etapa 1), las escenas (etapa 2), los retos educativos, la evaluación y las competencias de ciencias específicas, que se van a trabajar en el videojuego (etapa 3). Además, el diseño emocional (etapa 4), de la adaptación (etapa 5) y de colaboración (etapa 6).

Tabla 7. Rol de los personajes principales del videojuego invasores en Primipalinda

Imagen	Personaje	Rol
	Héroe o Heroína (Principal)	Es un defensor del cuerpo que busca defender, mantener el equilibrio y la estabilidad del Pueblo Primipalinda y los dominios del Rey.
	Virus (patógenos)	Es el antagonista que busca propagarse, dañar, atacar y apoderarse de los dominios del Rey. Además, busca modificar su estructura y capacidad de ataque para no ser destruido.
	Soldado Dentríticos	Es el responsable en detectar e identificar cuál es el patógeno que ha ingresado en las tierras. Además, se encarga de capturar y presentar partes (antígenos) a los Sargentos Linfocitos B y Linfocitos T.
	Sargento Linfocito T	Contribuye en la defensa y coordinación de la respuesta inmunológica, estimulando al Sargento Linfocito B a actuar.
	Sargento Linfocito B	Es el responsable de atacar con el arma específica (anticuerpos) para neutralizar o eliminar al enemigo.
	Soldado Macrófago	Es el encargado de engullir a los invasores para eliminar su presencia y defender los dominios del Rey.

Etapa 1. Diseño de capítulos: A continuación, se presenta un diagrama de cada capítulo del videojuego que representa una perspectiva de la historia en partes y las transiciones en capítulos según el orden de cada uno. Como se puede evidenciar en el diagrama los óvalos representan los capítulos y las transiciones mediante líneas. La transición unidireccional (línea con flecha) indica que no se puede retroceder y la otra línea representa una transición bidireccional (línea sin flecha), que señala que puede recorrer en los dos sentidos, ahora bien, esta última tiene lugar cuando el estudiante completa un reto. Esto se puede visualizar en la Figura 4.

Con respecto a *la introducción*, el Héroe o la Heroína recibe una invitación para emprender un viaje a las tierras de Primipalinda; así pues, que él/ella cruza el umbral de su vida normal y entra en el mundo de la aventura. Al *llegar al pueblo*, el Héroe

o Heroína debe llevar a cabo un trabajo arduo para poder hablar con el Sabio y recibir instrucciones. Luego, visita *El Castillo*, comienza el momento de enfrentar una de las mayores pruebas que deberá superar y salir victorioso. Después ingresa *al Palacio*, el Héroe o Heroína continúa superando la prueba para conseguir la liberación de todo el Palacio. *Finalmente*, tras cumplir cada reto, el Héroe o Heroína recibe un reconocimiento especial y un poder.

Etapa 2. Diseño de escena: Comienza la aventura donde el avatar debe realizar diferentes tareas para cumplir con la misión encomendada. Las escenas se representan con óvalos y al igual que en el diagrama de capítulos las transiciones de las escenas pueden ser unidireccionales o bidireccionales. Como se observa en la Figura 5.

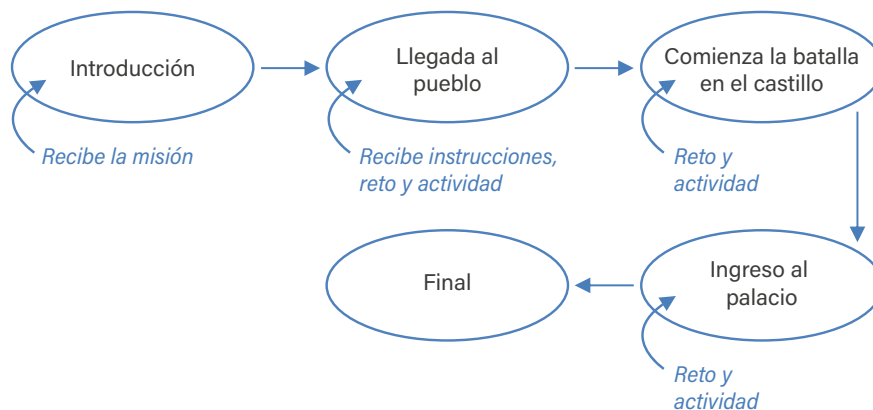


Figura 4. Diagrama general de capítulos del videojuego.

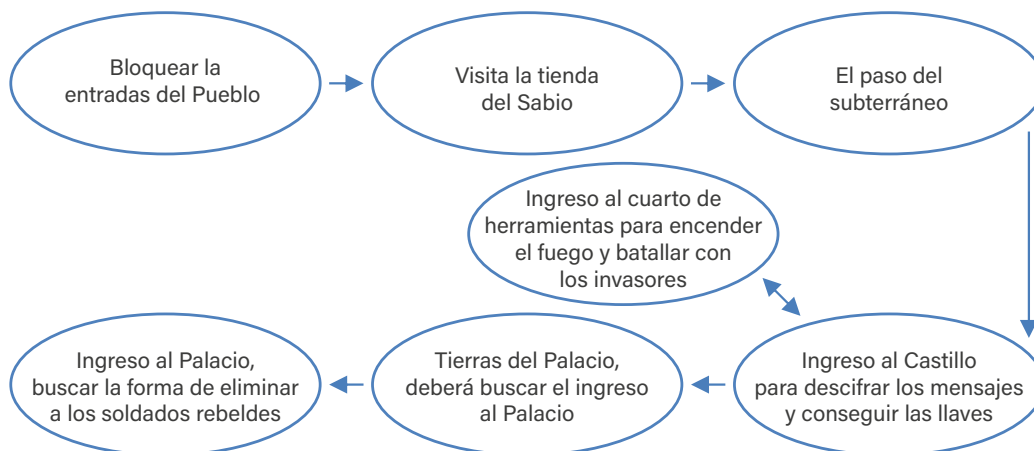


Figura 5. Diagrama de capítulos, las transiciones de las escenas y sus posibles caminos.

Etapas 3. Diseño educativo: En la Ruta de logros se presenta un panorama para comprender cómo se han estructurado los retos y las actividades de aprendizaje, que proporcionarán a los estudiantes conocimientos y habilidades, que se traducen al superar cada reto y en el alcance de logros que se traducen en insignias que son títulos que obtendrá por su trabajo. La Ruta de logros está organizada por niveles que contiene: los enunciados de los retos, las diferentes categorías de logros, que describen claramente lo que se espera que el estudiante alcance; adicionalmente, presenta unos desafíos que son actividades complementarias que deberá desarrollar el estudiante para apoyar en la comprensión del contenido (ver Anexo 1).

Cabe señalar que los elementos de la Etapa 4, se evidencian implícitamente en el videojuego. Con respecto a la Etapa 5 y 6, estas no están contempladas dentro de la propuesta.

Por otro lado, el videojuego *Invasores en Primipalinda* se puede visitar en RGG Playground (2023), esta experiencia empieza por la elección del personaje por parte del estudiante, que actuará como personaje principal de la historia y es denominado Héroe o Heroína (Figura 6). Por tanto, es sobre las decisiones de este personaje que se desarrollará la historia y que tiene breves matices caracterizados

por su personalidad, apoyo en la comprensión y el vínculo con la historia. Además, el personaje cuenta con atributos como salud, nivel, fuerza y resistencia que va aumentando de manera progresiva.

El Héroe o Heroína tiene un atuendo de acero para su protección contra los diferentes ataques, su arma será una espada que deberá ganarse cuando supere el primer Reto y es la que le permitirá atacar a los enemigos que encuentre en la aventura. Además, el Héroe o Heroína en su misión tendrá que obtener otra arma o el receptor antigénico específico para eliminar al enemigo identificado, pues no todos están para ser atacados de la misma forma.

Una vez seleccionado el personaje, se transporta a un camino con varios elementos interactivos. Entre estos elementos aparece una carta enrollada, esta introduce al jugador en la narrativa, provee de un sentido la misión y plantea de forma clara el objetivo. Para el cumplimiento de este deberá pasar por una serie de Retos por resolver en los que se ha tenido en cuenta los intereses de quien decida jugarlo, de manera que esta narrativa crea inquietud y curiosidad. También, ese escenario cuenta con otro elemento interactivo, un mapa, que presenta la trayectoria que deberá realizar durante el juego. Dichos elementos interactivos se aprecian en la Figura 7.



Figura 6. Elección del personaje

Fuente: tomado y adaptado del videojuego *Invasores en Primipalinda* (RPG Playground, 2023).

También hay personajes secundarios que forman parte del elemento narrativo de la historia, pues gran parte de lo que ocurrirá en el juego se conocerá a través de ellos, y darán una orientación en las ta-

reas que deberá realizar el jugador para enfrentar los retos, entre ellos está la abuela campesina, el pastor de ovejas y el sabio, entre otros. Estos personajes se aprecian en la Figura 8.



Figura 7. Planteamiento de objetivos y retos en el videojuego

Fuente: tomado del videojuego *Invasores en Primipalinda* (RPG Playground, 2023).

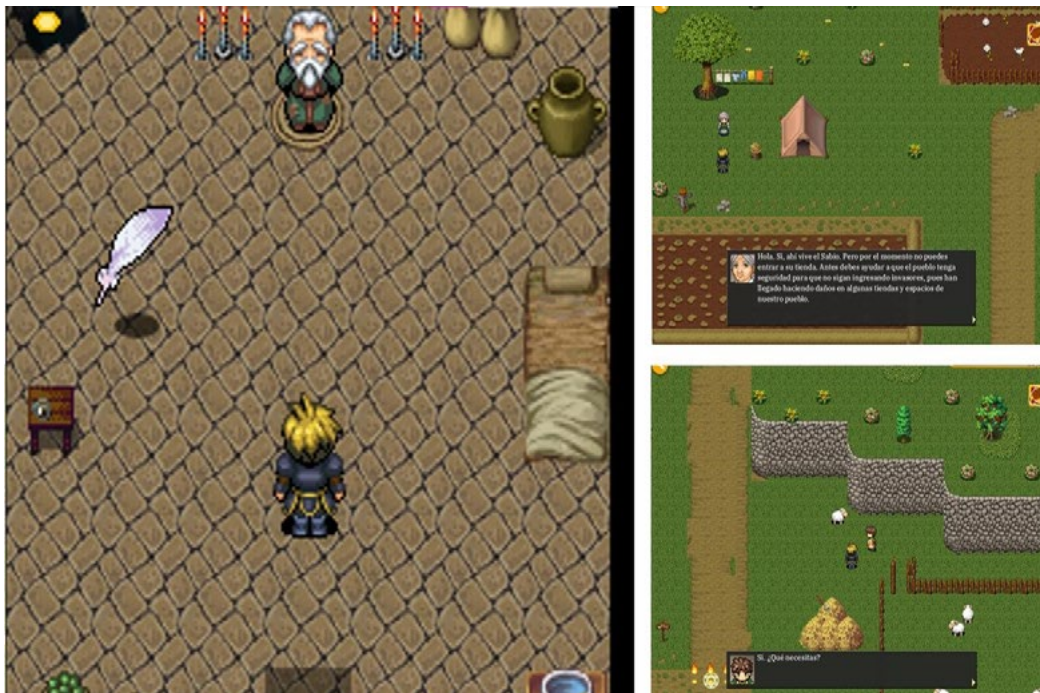


Figura 8. NPC (*non playable characters*) o personajes secundarios

Fuente: tomado del videojuego *Invasores en Primipalinda* (RPG Playground, 2023).

Los antagonistas de esta historia son los virus que han invadido el Pueblo, el Castillo y el Palacio del Rey, que se han multiplicado, contagiando a otros soldados y apoderándose de cada espacio. Tienen un aspecto alto, corpulento y engreído, además, cuentan con una espada que es el arma que usan para atacar aquellos que signifique una amenaza para ellos. Tienen la capacidad de penetrar en el interior de los soldados confiriéndoles otra apariencia, los antagonistas se pueden observar en la Figura 9.

Se presentan algunos escenarios donde tienen lugar las acciones y los diálogos. Estos escenarios involucran la parte estática que es el entorno y los objetos que se encuentran en él, y la otra parte, dinámica que enmarca la interactividad con personajes y algunos objetos que brindan pistas o información. Es así como mediante pequeñas interacciones como bloquear las entradas del pueblo, conseguir la forma de entrar a lugares o abrir puertas y obtener algunas llaves, el jugador irá avanzando en cada nivel y logrará eliminar la presencia de los patógenos. Por tanto, si no se realizan estas tareas dentro del juego no podrá avanzar. Esto puede ser observado en la Figura 10.

Las diferentes experiencias evocarán en el jugador una motivación intrínseca, al realizar una acción concreta, por ejemplo, emoción al enfrentarse a un desafío, peligro al golpear o eliminar a un enemigo; diversión al explorar el entorno y superar los obstáculos, y sensación de progreso ante el logro alcanzado.

Por otra parte, cuando el jugador supere el primer nivel que aborda los Mecanismos de defensa externos inespecíficos y después de haber recibido instrucciones del Sabio, dará paso al siguiente nivel que trata de los Mecanismos de defensa internos inespecíficos. En este nivel aparecerán los personajes que representan unas de las células inmunitarias que se han denominado: Soldados Detríticos y Macrófagos (armadura de color gris), Sargento Linfocito T (armadura color amarillo) y Linfocito B (armadura color azul).

La representación de cada personaje y sus características se pensó con base en los conceptos científicos y en las funciones que cumple dentro del sistema inmune. En este sentido, el jugador a medida que va avanzando y poniendo en juego las estrategias para descifrar los mensajes irá



Figura 9. Enemigos del juego

Fuente: tomado y adaptado del videojuego *Invasores en Primipalinda* (RPG Playground, 2023).

desbloqueando las células donde el jugador interactuará con cada uno de estos personajes, que se presentarán mediante texto narrativo, para introducir su rol y su papel de ayudantes para combatir a los invasores.

En el nivel tres es el Héroe o Heroína han ganado insignias que le brindan poderes y funciones de los Linfocitos para hacer frente a los invasores, por ende, es el momento de poner en juego lo que han aprendido y desplegar ágilmente sus habilidades

para resistir a los patógenos. Además, se incluye un tablero con información sobre lo que el jugador gana según avanza el juego, por ejemplo, armadura de acero, de plata y por último de oro, con una insignia que le brinda reconocimiento. Asimismo, le proporciona salud en caso de haber perdido vida en algunos de los enfrentamientos con los patógenos u otros personajes que traten de restarle vida. En la Figura 11 se puede observar el escenario en el que se da a lugar estas acciones.



Figura 10. Interacción con los escenarios

Fuente: tomado y adaptado del videojuego *Invasores en Primipalinda* (RPG Playground, 2023).



Figura 11. Escenario del RPG

Fuente: tomado y adaptado del videojuego *Invasores en Primipalinda* (RPG Playground, 2023).

Las competencias digitales docentes específicas que utiliza el PFI en la creación del videojuego RPG

Enseguida se presentan los resultados en las seis áreas de las CDD obtenidos de la autoevaluación realizada por la docente en formación antes y después de la experiencia de diseño y producción del material. Es preciso mencionar que este cuestionario ha permitido chequear o comprobar las CDD que están implicadas durante el proceso, ofreciendo de esta manera un nivel de sus competencias por cada área (Figura 12). Hay que aclarar que todos los ítems (32 preguntas) que conforman la prueba fueron respondidos.

La Figura 12 muestra que al comparar los datos del pretest y postest en cada área, se evidencia que hay adquisición y desarrollo de las CDD que integra cada área unas más que otras. Consideremos detallar ahora aquellas que han obtenido puntuaciones más altas, en este sentido, presentaron mejores resultados las áreas *Contenidos digitales* y *Compromiso profesional*, alcanzando un nivel medio alto. En el área de contenidos digitales la puntuación obtenida es de 73 % que la ubica en un nivel Líder (C1), lo que significa que analiza, selecciona o rediseña recursos digitales guiada por criterios específicos de enseñanza-aprendizaje para integrarlos en actividades de aprendizaje centradas en el estudiante. Además, comparte aquellos recursos digitales que ha creado, para reflexionar de acuerdo con los propósitos edu-

cativos y reajustar conforme a la retroalimentación recibida por parte de pares académicos o estudiantes (Redecker, 2017).

En el área de *Compromiso profesional* obtuvo una puntuación de 57 % que la sitúa en el nivel Experto (B2), lo que supone que analiza y selecciona las tecnologías digitales en función de sus características, que permiten respaldar el trabajo colaborativo y se adecuen a las necesidades de su práctica profesional; administrando el aprendizaje en línea orientado por las consideraciones éticas, y utiliza diferentes herramientas para explorar soluciones siguiendo procesos de pensamiento computacional. Además, reflexiona sobre el uso de las tecnologías digitales y la participación de actividades de aprendizaje formal e informal sobre su utilización, a fin de facilitar la mejora de su CDD (Redecker, 2017).

Por el contrario, las áreas de enseñanza y aprendizaje, evaluación, empoderamiento a los estudiantes y facilitar la competencia digital de los alumnos, los niveles de adquisición obtenidos en el postest son medio-bajo los cuales distan de las otras áreas que sobresalieron.

Por otro parte, se presenta el nivel general alcanzado (ver Figura 14) cuando se aplicó de nuevo la prueba (postest), la cual obtuvo una puntuación total del 49 % que la ubica como integrador B1, el autodiagnóstico que arroja la herramienta online de autoevaluación de la competencia digital docente *SELFIE for TEACHERS* (European Commission, s.f.-b)

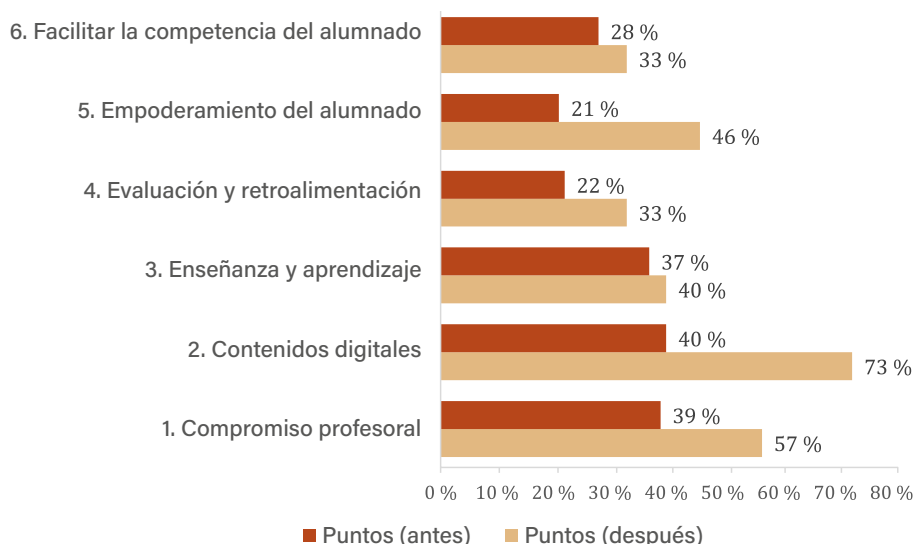


Figura 12. Resultados de la autoevaluación DigComEdu por áreas, antes y después de la experiencia

brinda una descripción de lo que significa: *Experimenta con las tecnologías digitales en una variedad de contextos y para una serie de fines, integrándolas en sus prácticas. Las utiliza de forma creativa para mejorar diversos aspectos de su compromiso profesional. Está dispuesto a ampliar su repertorio de prácticas. Se beneficiaría de mejorar la comprensión sobre qué herramientas funcionan mejor en qué situaciones y sobre la forma de adaptar las tecnologías digitales a las estrategias y métodos pedagógicos. Trate de darse un poco más de tiempo para la reflexión y la adaptación, acompañadas de un apoyo colaborativo y un intercambio de conocimientos, a fin de alcanzar al siguiente nivel de experto.*

Valoración de la producción del material didáctico: videojuego Los Invasores en Primipalinda

Los grandes cambios de la sociedad conllevan a replantearse que para aprender a enseñar ciencia implica conocer la forma en cómo aprenden los estudiantes de hoy. En este sentido, las TIC se presentan como una oportunidad para acercar a los estudiantes en la comprensión y el estudio de la ciencia, y la adquisición de competencias digitales que sitúen al estudiante en las mejores perspectivas de desarrollo personal. Para ello, se requiere por parte del docente emplear nuevos enfoques y estrategias didácticas como la gamificación para innovar en los procesos de enseñanza. Algunos aspectos que lo justifican es la transformación de un aprendizaje pasivo y memorístico, por un aprendizaje basado en la generación de conocimiento, además, favorece la motivación en los estudiantes.

Por tanto, la puesta en marcha de esta experiencia ha llevado al docente a explorar los diferentes elementos de la gamificación, con la pretensión de integrar y seleccionar aquellas dinámicas, mecánicas y estética, para generar una experiencia de aprendizaje.

De ahí que se haya pensado en la producción de un videojuego que se convierte en una oportunidad para que el estudiante aborde su aprendizaje con un significado y sentido. Por tanto, en el diseño se contemplaron distintas dinámicas como elementos fundamentales para lograr el aprendizaje, pensadas en aquello que lo mueve emocionalmente, sus aspiraciones y deseos, las cuales se articularon

a través de insignias que brindaron un reconocimiento o estatus al jugador cuando ha superado los retos.

Con respecto a las mecánicas se ha pretendido crear patrones de acción que construyen la experiencia de aprendizaje como: el desafío propuesto que conlleva a que el jugador realice determinadas acciones para comenzar la aventura, los diferentes retos, la retroalimentación, los puntos, las reglas, las restricciones de la experiencia y los niveles que debe superar. Así que, en la jugabilidad, las mecánicas se expresan en el proceso que construye el jugador y en los resultados específicos que obtiene según avanza en el juego y que permiten continuar jugando.

En cuanto a la estética, se pretendió crear una narrativa atrayente para el estudiante que le dé sentido y conecte con el contenido disciplinar, de manera que, construya un modelo mental sobre los mecanismos de defensa del sistema inmunitario. Además, la narrativa es la guía de toda la experiencia que conjuga la parte lúdica y la parte didáctica dando sentido a la misión. Por tanto, este videojuego pretende llevar al estudiante a aprender a pensar, a desarrollar estrategias para salir victoriosos, analizar situaciones o pistas y atender los retos para buscar soluciones y ser creativos en la acción.

La experiencia conllevó a la docente en formación a revisar las posibilidades del uso de recursos para crear videojuegos, explorar las herramientas disponibles y seleccionar las pertinentes para ajustarlas al contenido y hacerlo enseñable, además, considerar las estrategias digitales y reflexionar sobre su eficacia y pertinencia.

Por ende, la docente representa un acto creativo al tomar el contenido disciplinar y hacerlo enseñable con un videojuego, aprovechando los beneficios de la herramienta digital. Hay que mencionar, además, que este proceso facilitó a la docente en formación inicial situarse en otro nivel de su CDD, siendo actualmente Integrador B1, puesto que el diseño y la producción de un videojuego implica contar con conocimientos, habilidades y destrezas para la producción de este tipo de recursos y dar soluciones a posibles problemas que se presenten en su construcción. Esto implicó para la docente en formación inicial el aprendizaje de conocimientos técnicos y procedimentales en el manejo de la herramienta RPG Playground. Situación similar a las conclusio-

nes de un estudio de caso sobre la creación de un videojuego; sus autores resaltan que la propuesta del docente vincula saberes actitudinales, conceptuales, procedimentales y técnicos que implica responder a los desafíos de su formación continua, que permita utilizar herramientas de programación y así dar oportunidades a sus estudiantes para crear tecnología digital (González y Cortés, 2023).

Como se observa en la Figura 13, en las áreas empoderamiento del estudiante y evaluación y retroalimentación se evidencia un desarrollo incipiente por parte del docente en formación inicial, situación que coincide con el estudio realizado por Cabero-Almenara *et al.* (2020), sobre el nivel de competencia digital en el profesorado universitario. Los autores hallaron puntuaciones bajas, concluyendo que es necesaria una formación específica que lleve al desarrollo de CDD que fortalezca el perfil profesional, puesto que un dominio deficiente de estas brinda una educación carente de las demandas del siglo XXI.

Los resultados del pretest coinciden con los resultados de los autores López *et al.* (2019) sobre el área de creación de contenidos que muestran que los docentes en ejercicio no tienen suficientes destrezas, acción que requiere gran predominancia en el ejercicio docente. No obstante, el acto de la producción del material didáctico digital conllevó por parte de la docente en formación a explorar e identificar los recursos digitales, a actualizarse y desarrollar estrategias para aprender a utilizar las herramientas. De manera que este proceso ha promovido un cambio en sus prácticas digitales y la implicación de algunas CDD, pues en el postest revela una variación en el desarrollo de las áreas siendo las más prominentes contenidos digitales y compromiso profesional.

De manera complementaria, el trabajo realizado por los autores González *et al.* (2018) se asemeja al ejercicio realizado en este estudio, quienes hallaron diferencias en las cinco áreas del marco DigCompEdu, al evaluar la CDD en un antes y después de ejecutar la propuesta con docentes en formación inicial, dentro de los hallazgos sobresalió el área de creación de contenidos donde aumenta considerablemente. Quizá se debe a que el proceso realizado en este trabajo implica el uso de algunas CDD más que otras. De alguna manera, se puede deducir que

en el ejercicio de creación y producción del material didáctico movilizaron diferentes CDD de cada área.

El desarrollo de estas propuestas de diseño y creación de videojuegos replantea la perspectiva y el rol en el docente, pasando de ser un transmisor de información a ser un guía y orientador en el aprendizaje, creando espacios con apoyo de las TIC y experiencias significativas. Pero todo esto se logra en la medida en que el docente se actualice constantemente, reflexione sobre el uso de las tecnologías digitales en el proceso educativo, las considere como una oportunidad de mejora de su práctica profesional y en el aprendizaje del estudiante (Padilla, 2020).

Así, promover y crear nuevas experiencias para aprender a los estudiantes es acercarse a sus intereses y motivaciones, además, se convierte en una actividad promotora de competencias para docentes y estudiantes, ya que se conecta con la realidad personal (González y Cortés, 2023). En esta experiencia se presentaron desafíos relacionados con la formación docente, sobre el uso de la herramienta y el manejo de estrategias para la producción del videojuego y la inversión de tiempo para desarrollar propuestas atractivas e innovadoras en el aula. Sin embargo, gracias a la práctica en el proceso de creación, al conocimiento técnico y lógico de la herramienta, fue posible terminar la propuesta.

Conclusiones

A partir de los hallazgos obtenidos, es posible afirmar que la docente en formación inicial utilizó la experiencia de creación de un videojuego RPG como material para la enseñanza de los mecanismos de defensa inmunológica dirigido a estudiantes de grado noveno. Además, logró identificar los saberes teóricos y metodológicos necesarios para su elaboración, así mismo, el desarrollo de competencias digitales docentes específicas que se ponen en juego al emprender esta actividad creativa. También, implicó que la docente en formación hiciera frente a los retos y desafíos durante el proceso, identificados como de fácil entendimiento (durante el proceso de diseño y creación) los elementos estéticos y las dinámicas, aunque la programación de las mecánicas en el juego demandó un nivel de complejidad un poco mayor.

El enfoque MDA sobre el diseño y la metodología empleada permitió conjugar y analizar cada elemento de la gamificación, pues cada parte es un todo, desde la narrativa para recorrer dentro del juego, los retos que debe superar en cada nivel, los jugadores que dan vida a esta experiencia y hasta la importancia de la motivación, el progreso y el reconocimiento del aprendizaje inolvidable.

Cabe señalar que este material no solo está para la comprensión conceptual, sino que tiene otras posibilidades de aprendizaje más amplios, ya que la gamificación posibilita a los estudiantes diversas experiencias donde puedan comprometerse con el proceso de construcción del conocimiento, tomar decisiones acerca del camino que están llevando adelante, ser conscientes de qué saben y qué necesitan saber, conectando el aprendizaje con su proyecto personal.

Por último, el cuestionario de autopercepción *SELFIE for TEACHERS* brindó un panorama general de cada área sobre aquellas que posiblemente se tiene más experiencia y otras con oportunidades de mejora. En relación con la etapa de la ejecución del diseño y creación del videojuego se han enriquecido algunas habilidades y saberes prácticos a partir de la experiencia, dado el comparativo de los resultados de un antes y un después. El ejercicio consistía en poner en evidencia el tipo de situación del docente en formación inicial al diseñar y crear un videojuego RPG para enseñar el sistema inmunológico. Los resultados obtenidos evidencian un incremento en cada una de las áreas valoradas, siendo las de mayor desempeño: contenidos digitales y compromiso profesional, mientras que las áreas de enseñanza y aprendizaje, evaluación, empoderamiento a los estudiantes y facilitar la competencia digital de los alumnos se muestran en un progreso más lento.

No obstante, el trabajo también enfrenta limitaciones importantes. Una de ellas es la posible limitación en la generalización de los resultados debido a la especificidad de la muestra y el contexto educativo en el que se llevó a cabo el estudio. Ya que el acceso a la tecnología se presenta en espacios de privilegio, además, al centrarse en el videojuego como herramienta educativa, el estudio no considera otras metodologías o tecnologías que podrían ser igualmente efectivas o complementarias. Sin embargo, el trabajo representa un paso valioso hacia la in-

novación educativa, aunque futuras investigaciones y enfoques más holísticos son necesarios para abordar integralmente la educación digital y adaptarse a las cambiantes necesidades de los estudiantes.

Referencias

- Agudelo, M. (2009). Importancia del diseño instruccional en ambientes virtuales de aprendizaje. *Nuevas Ideas en Informática Educativa*, 5(2), 118-127.
- Angarita-Velandia, M. A., Duarte, J. E. y Fernández-Morales, F. H. (2008). Relación del material didáctico con la enseñanza de ciencia y tecnología. *Educación y Educadores*, 11(2), 49-60.
- Area, M. y González, C. (2015). De la enseñanza con libros de texto al aprendizaje en espacios online gamificados. *Educatio Siglo XXI*, 33(3), 15-38.
- Audesirk, T., Audesirk, G. y Byers, B. E. (2009). *Biology: Life on Earth* (9.ª ed.). Pearson Education.
- Bautista, S. M., Martínez, M. A. y Hiracheta, T. R. (2014). El uso de material didáctico y las tecnologías de información y comunicación (TIC) para mejorar el alcance académico. *Ciencia y Tecnología*, (14), 183-194.
- Cabero-Almenara, J., Barroso-Osuna, J., Rodríguez-Gallego, M. y Palacios Rodríguez, A. (2020). La competencia digital docente: el caso de las universidades andaluzas. *Aula Abierta*, 49(4), 363-372.
- Caponetto, I., Earp, J. y Ott, M. (2014). Gamification and education: a literature review. En *European Conference on Games-Based Learning: Tomo 1 (Berlín, octubre 2014)* (pp. 50-57). Academic Conferences International.
- Carolei, P., Munhoz, G., Gavassa, R. y Ferraz, L. (2016). Gamificação como elemento de uma política pública de formação de professores: vivências mais imersivas e investigativas. En *XV Simpósio Brasileiro de Games e Entretenimento Digital (SBGames 2016)* (pp. 1253-1256). Sociedade Brasileira de Computação.
- Corbal, J. A. (2017). *Curso de narrativa en videojuegos*. RA-MA.

- Dorado, S. y Gewerc, A. (2017). El profesorado español en la creación de materiales didácticos: los videojuegos educativos. *Digital Education Review*, (31), 176-195. <https://raco.cat/index.php/DER/article/view/327924>
- Contreras, R. y Eguia, J. L. (2017). *Experiencias de gamificación en aulas*. Universitat Autònoma de Barcelona, Institut de la Comunicació.
- European Commission. (s. f.-a). *Marco DigCompEdu*. https://joint-research-centre-ec-europa-eu.translate.google.com/translate/digcompedu/digcompedu-framework_en?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=wapp
- European Commission. (s. f.-b). *SELFIE for TEACHERS: Herramienta de autoevaluación de la competencia digital docente*. <https://educators-godigital.jrc.ec.europa.eu>
- Figueroa, M. (2023). *Las competencias digitales docentes específicas implicadas en la creación de un videojuego RPG para la enseñanza de los mecanismos de defensa inmunológico* [Trabajo de grado]. Universidad del Valle.
- González, B. y Cortés, P. (2023). Diseño y programación de un videojuego educativo: un caso de estudio en Educación Primaria. *Relatec: Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 22(1), 155-172. <https://doi.org/10.17398/1695-288X.22.1.155>
- González, V., Román, M. y Prendes, M. P. (2018). Formación en competencias digitales para estudiantes universitarios basada en el modelo DigComp. *Educat: Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (65), 1-15. <https://doi.org/10.21556/edutec.2018.65.1119>
- Gutiérrez-Castillo, J. J., Cabero-Almenara, J. y Estrada-Vidal, L. I. (2017). Diseño y validación de un instrumento de evaluación de la competencia digital del estudiante universitario. *Revista Espacios*, 38(10). <https://www.revistaespacios.com/a17v38n10/a17v38n10p16.pdf>
- Hunicke, R., LeBlanc, M. y Zubek, R. (julio de 2004). MDA: a formal approach to game design and game research. *Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI*, 4(1). <https://users.cs.northwestern.edu/~hunicke/MDA.pdf>
- Karp, G. (2011). *Biología celular y molecular: Conceptos y experimentos* (6.ª ed.). McGraw-Hill.
- López, J., Pozo, S. y Fuentes, A. (2019). Análisis de la competencia digital docente: factor clave en el desempeño de pedagogías activas con realidad aumentada. *REICE: Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 17(2), 27-40.
- Mallitasig, A. J. y Freire, T. M. (2020). Gamificación como técnica didáctica en el aprendizaje de las Ciencias Naturales. *Innova Research Journal*, 5(3), 164-181.
- Medina-Medina, N., Paderewski, P., Padilla-Zea, N., López-Arcos, R. y Gutiérrez-Vela, F. (2018). Modelo para la integración de procesos educativos en una aventura gráfica. *Campus Virtuales*, 7(1), 33-50.
- Mora-Cantalops, M., Inamorato dos Santos, A., Villalonga-Gómez, C., Lacalle-Remigio, J. R., Camarillo-Casado, J., Sota-Equizábal, J. M., Velasco, J. R. y Ruiz-Martínez, P. M. (2022). *Competencias digitales del profesorado universitario en España: Un estudio basado en los marcos europeos DigCompEdu y OpenEdu*. Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. JRC Research Reports, JRC129320. <https://doi.org/10.2760/448078>
- Morales-González, B., Edel-Navarro, R. y Aguirre-Aguilar, G. (2014). Modelo ADDIE (análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación): su aplicación en ambientes educativos. En I. Esquivel (coord.), *Los modelos tecno-educativos, revolucionando el aprendizaje del siglo XXI* (pp. 33-46). Editorial Lulu Digital.
- Padilla, A. L. (2020). Evolución de la competencia digital docente de profesores universitarios a partir de relatos de vida. *Educar*, 56(1), 109-127.
- Redecker, C. (2017). *European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/159770>
- RPG Playground. (2023). *Invasores de Primipalinda*. <https://rpgplayground.com/game/invasores>
- Ruiz-Cabezas, A., Medina, M. C., Pérez, E. y Medina, A. (2020). University teachers' training: the digital competence. *Pixel-Bit: Revista de Medios y Educación*, (58), 181-215. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.74676>

Anexo

Nivel, logros y desafíos

Nivel	Logros	Retos	Desafíos	Toma nota de palabras claves que luego puedas profundizar	Insignias
1	¡Escudo protector! Logra bloquear exitosamente y en poco tiempo evitando cualquier daño o lesión. Este logro muestra tu eficacia y destreza impecable cuando algún patógeno ha traspasado las barreras del cuerpo.	Logro alcanzado Sí ☐ No ☐	Logra hablar con el Sabio para recibir instrucciones, pero primero debes bloquear exitosamente las diferentes entradas del pueblo y en poco tiempo evitando cualquier daño o lesión.	Bienvenido al increíble mundo de defensores del cuerpo. Apréndete los patrones de ataque con los que se hace frente al enemigo, para ello, diseña un diagrama de flujo que represente los diferentes escenarios en los que se activan estos mecanismos de defensa durante todo el juego, haciendo uso de los conceptos científicos.	¡Rápido como el viento! Sigue progresando, la batalla apenas comienza.
2	¡Invencible! Logra sobrevivir a los ataques sin recibir daño y destacando la resistencia sobrehumana de tu personaje.	Logro alcanzado Sí ☐ No ☐	¿Cuál invasor se esconde tras este Castillo? Descubre al enemigo. «Has llegado a los terrenos del castillo del príncipe Patricio. Este castillo ha sido invadido hace nueve días por una especie no identificada, traspasando sin reparo las barreras externas del Castillo. Tu reto es ayudar a identificar cuál es el patógeno, para ayudar activar los mecanismos de defensa contra el enemigo».	Completa con éxito este nivel creando una tabla en el que te permita analizar los diferentes personajes y las habilidades que utilizan para defenderse. Por ejemplo, identifica qué mecanismo de defensa está siendo utilizado y explica cómo funciona. Debe contener los siguientes elementos: ▪ Personaje: (nombre del personaje del videojuego). ▪ Frases: (coloca frases o características del personaje del videojuego que muestren su habilidad o destreza en la batalla). ▪ Mecanismo de defensa: (consulta en fuentes seguras sobre los mecanismos de defensa del cuerpo humano y coloca una breve descripción del mecanismo que se relacione con la habilidad mencionada o que se asemeja a los personajes de este nivel).	¡Inmunidad activada! Utilízala.

Continúa

Nivel	Logros	Retos	Desafíos	Toma nota de palabras claves que luego puedas profundizar	Insignias
3	¡Inmunidad total! Alcanza un nivel de resistencia máximo después de luchar y mejorar tus habilidades de defensa durante la partida. Este logro muestra un dominio completo de los mecanismos de defensa del cuerpo, permitiéndote resistir al ataque de patógenos.	Logro alcanzado Sí ☐ No ☐	Algo extraño está sucediendo en el Palacio del Rey. Repentinamente han cerrado las puertas y ventanas del palacio, quedando adentro unos pocos hombres de la tropa. Tu reto es descubrir qué sucede dentro del palacio El honor te espera al completar esta actividad con éxito. Para continuar aprendiendo realiza en grupo el siguiente estudio de caso relacionado con enfermedades o trastornos del sistema inmunológico que la docente te facilitará. Para ello ten presente las siguientes preguntas: ¿Cuál es el trastorno o enfermedad descrita en el caso? ¿Cuáles son los síntomas y las manifestaciones clínicas asociadas? ¿Cuáles son los mecanismos inmunológicos involucrados en la enfermedad?		¡Guardián indestructible! Has logrado vencer la batalla a gran escala.

Autores

Henry Giovany Cabrera Castillo

 0000-0003-4476-4427

henry.g.cabrera.c@correounivalle.edu.co

Docente investigador de la Universidad del Valle, con Doctorado Interinstitucional en Educación (2012-2016), Maestría en Educación (2006-2010) y Licenciatura en Biología y Química (1999-2005), de la Universidad del Valle. Miembro de la Asociación de Filosofía e Historia de la Ciencia del Cono Sur. Investigador del Grupo de Investigación Ciencia, Educación y Diversidad, y del Laboratorio de Investigación en Didáctica de las Ciencias (GRECIA).

Andrés Espinosa Ríos

 0000-0001-7637-279X

andres.espinosa@correounivalle.edu.co

Docente investigador de la Universidad del Valle, con Maestría en Educación (2000-2007), Especialización en Enseñanza de las Ciencias (1997-1999), y Licenciatura en Biología y Química (1992-1996), de la Universidad del Valle. Su línea de trabajo es la formación docente, específicamente los procesos de mediación didáctica y el desarrollo de competencias científicas, sobre lo cual tiene varias publicaciones. Adscrito a la Escuela de Educación en Ciencias, Tecnologías y Culturas de la Facultad de Educación y Pedagogía de la Universidad del Valle. Docente de la Universidad del Valle, donde tiene a su cargo cursos de pregrado, postgrado. Pertenecer al grupo interinstitucional de investigación UPN-UV, Ciencias Acciones y Creencias.

Robinson Viafara Ortiz

 <https://orcid.org/0000-0001-9680-6049>

robinson.viafara@correounivalle.edu.co

Docente investigador de la Universidad del Valle, adscrito a la Escuela de Ciencias, Tecnologías y Culturas de la Facultad de Educación y Pedagogía. Licenciado en Biología y Química, con formación de posgrado en el campo de la educación en ciencias.

Cuenta con experiencia en la formación de educadores en ciencias y es investigador adscrito al grupo interinstitucional Ciencias, Acciones y Creencias UPN-UV. Es autor de artículos, libros y capítulos de libro que exploran problemáticas de investigación relacionadas con la formación de educadores y la investigación basada en el diseño desde un enfoque sociocultural o crítico, la documentación y el desarrollo del conocimiento pedagógico del contenido y el estudio de las relaciones entre las TIC y la enseñanza de las ciencias.

Miyerdady Marin Quintero

 <http://orcid.org/0000-0003-2903-2914>

miyerdady.marin@correounivalle.edu.co

Docente investigador de la Universidad del Valle, con Maestría en Educación, énfasis en Enseñanza de las Ciencias Naturales (2001-2006), Especialización en la Enseñanza de las Ciencias Naturales (1997-1999), y Licenciatura en Biología y Química (1986-1991), de la Universidad del Valle. Autora de artículos, libros y capítulos de libro en las líneas de trabajo: la relación entre la teoría y la práctica en las ciencias experimentales del laboratorio escolar, formación docente, desarrollo curricular en ciencias naturales. Investigadora del Grupo Ciencia, Educación y Diversidad, y del Grupo Interinstitucional Ciencia, Acciones y Creencias UPN-UV.

Maira Alejandra Figueroa Zuñiga

 0009-0002-5976-1173

maira.figueroa@correounivalle.edu.co

Licenciada en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad del Valle (2017-2023). Su línea de trabajo son las competencias digitales docentes aplicadas en la creación de videojuegos educativos y la formación docente. Desarrolló una ponencia sobre la caracterización de las competencias digitales de los docentes de ciencias naturales en formación inicial.



Programa ditorial

Vicerrectoría de Investigaciones

Universidad del Valle

Ciudad Universitaria, Meléndez
Cali, Colombia

Teléfono: +57 602 3212100 ext. 7687

<http://programaeditorial.univalle.edu.co>

programa.editorial@correounivalle.edu.co



| [programaeditorialunivalle](#)