

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 Trbaldo, 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,

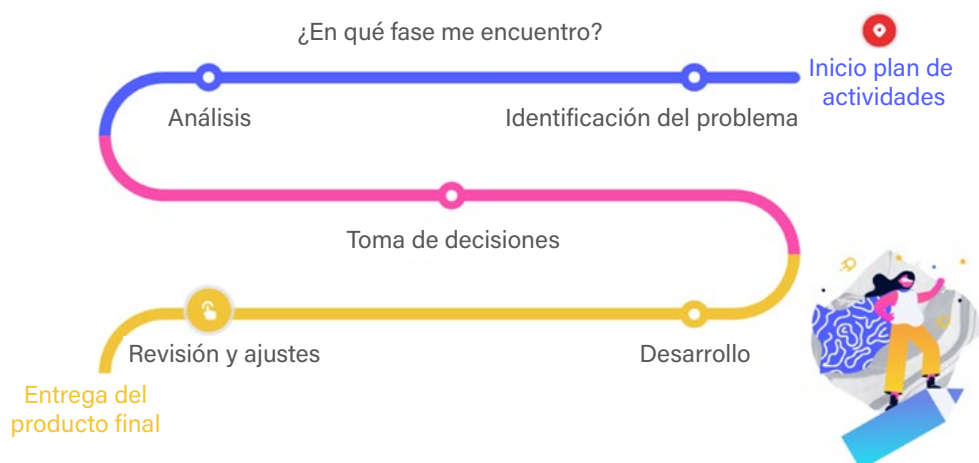


Figura 2. Ruta metodológica para la elaboración del plan de actividades.

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.

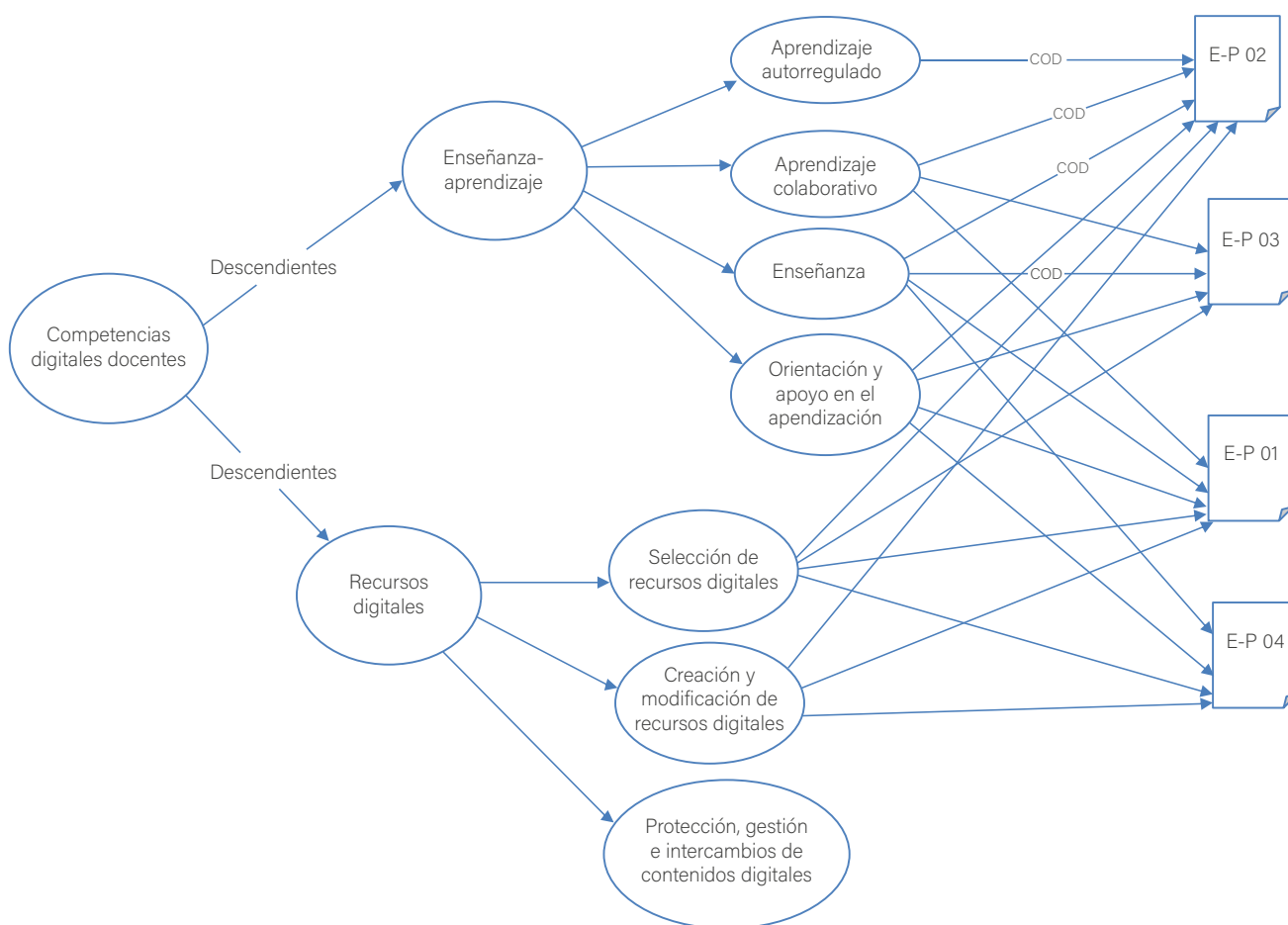


Figura 3. Relaciones entre los E-portafolio y las categorías, subcategorías y códigos

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

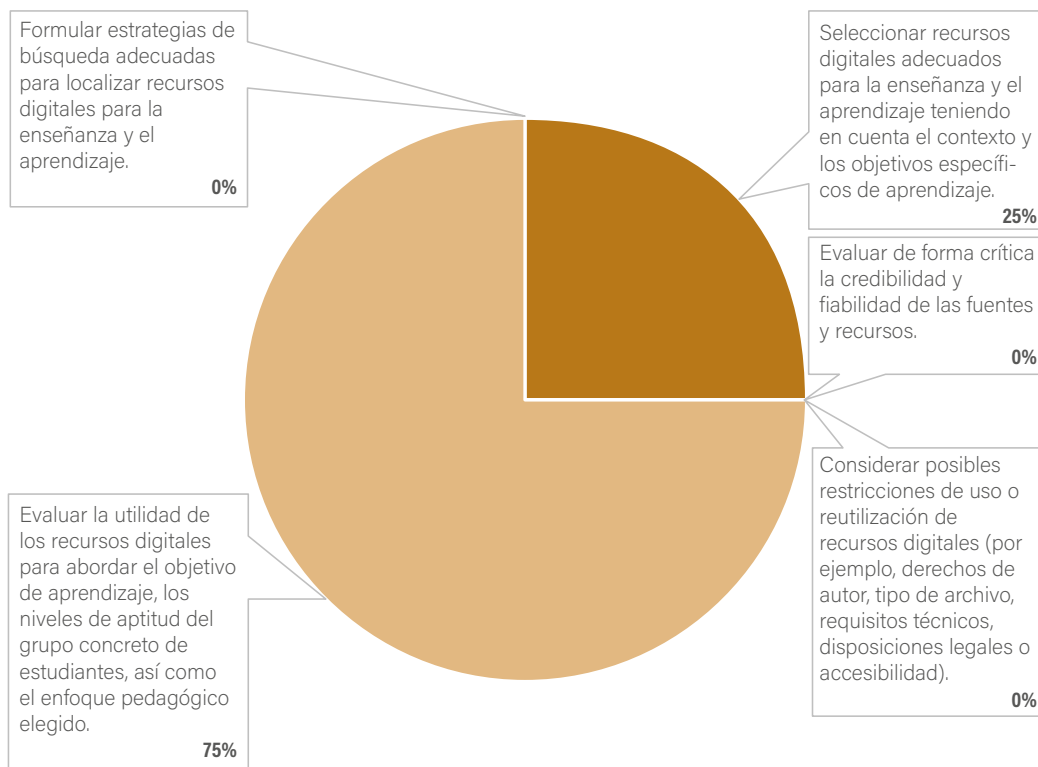


Figura 4. Respuestas sobre la selección de recursos digitales

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.

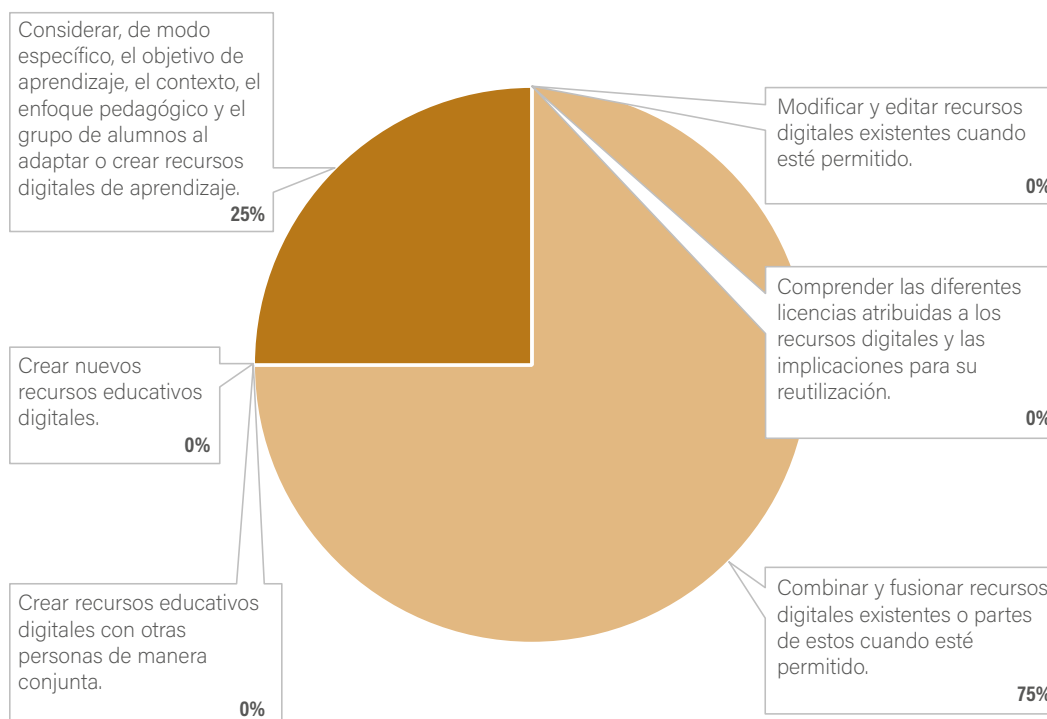


Figura 5. Respuestas sobre la creación y modificación de recursos digitales

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

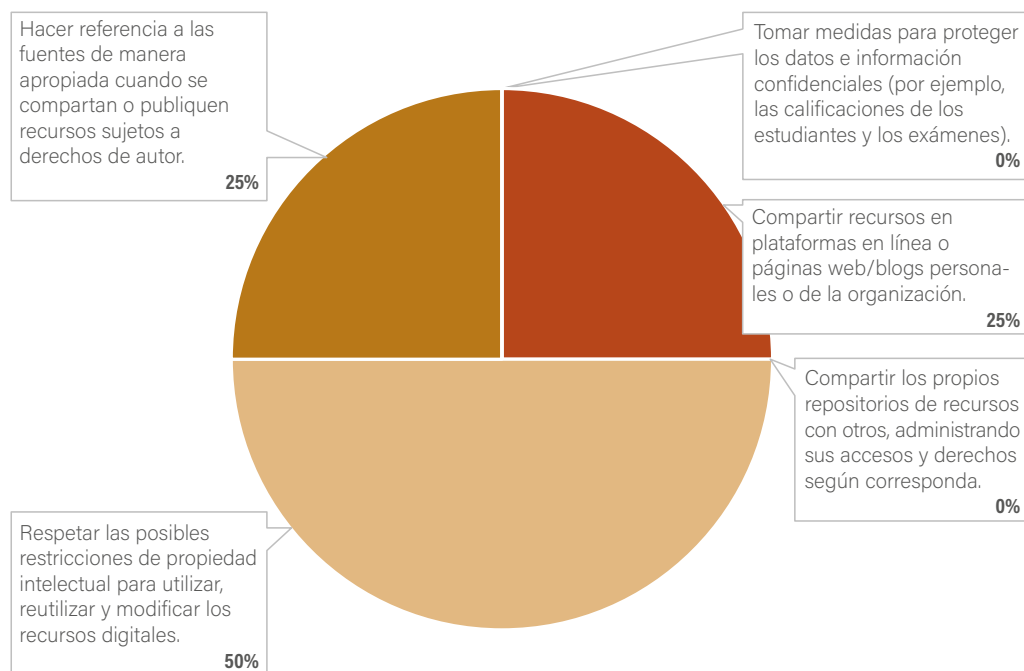


Figura 6. Respuestas sobre la protección, gestión e intercambio de contenidos digitales

«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

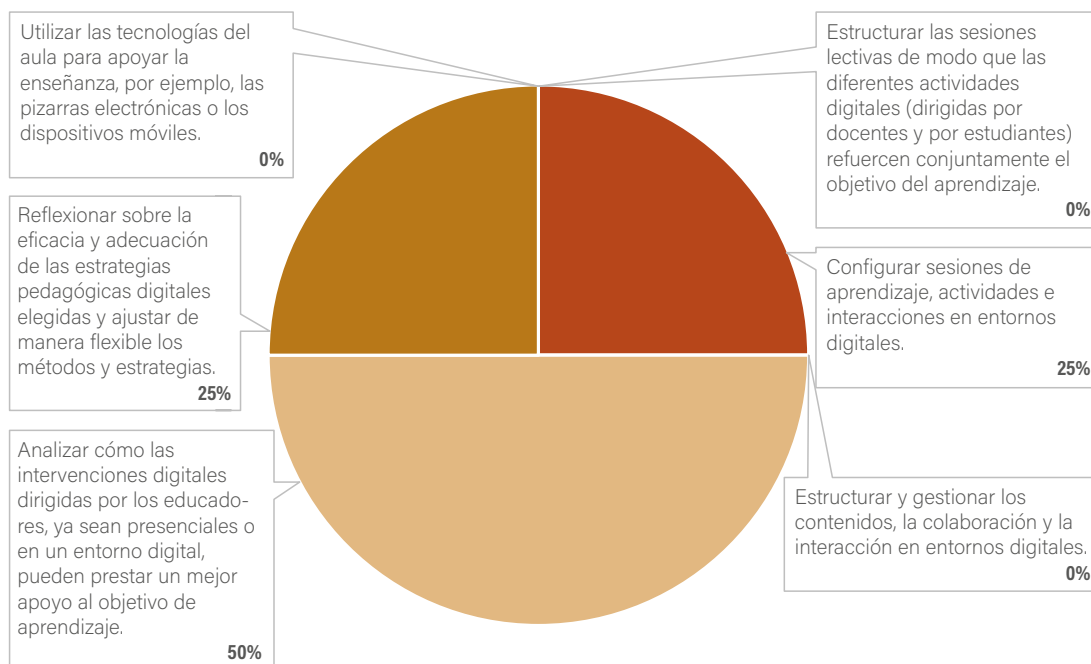


Figura 7. Respuestas sobre la enseñanza

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

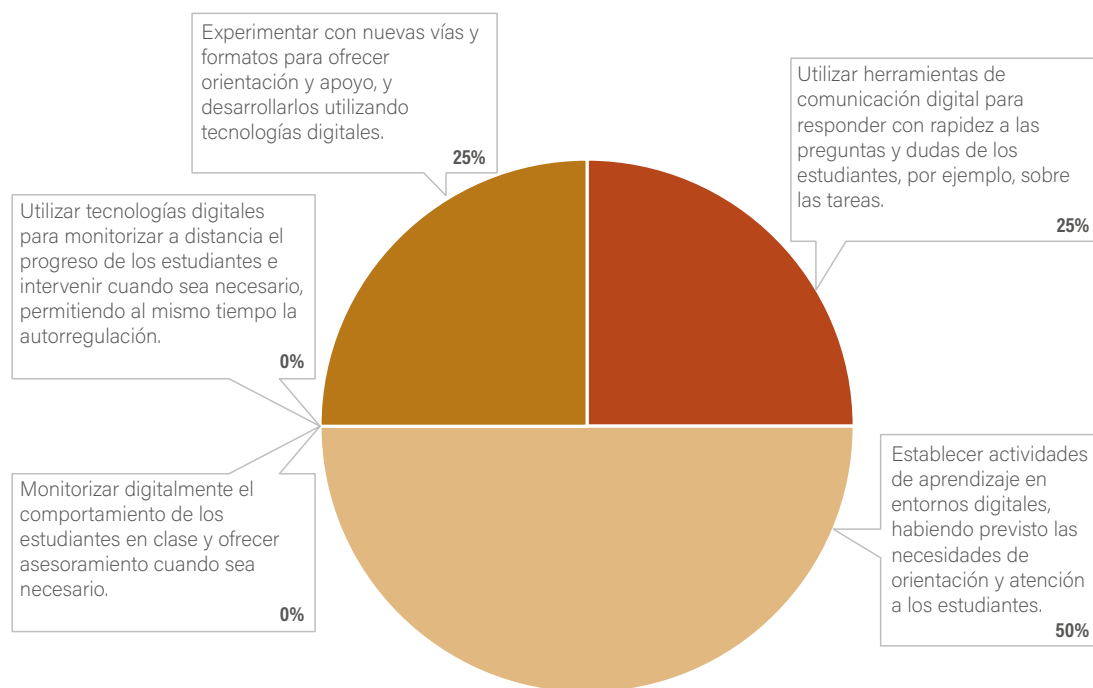


Figura 8. Respuestas sobre la orientación y el apoyo en el aprendizaje

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».

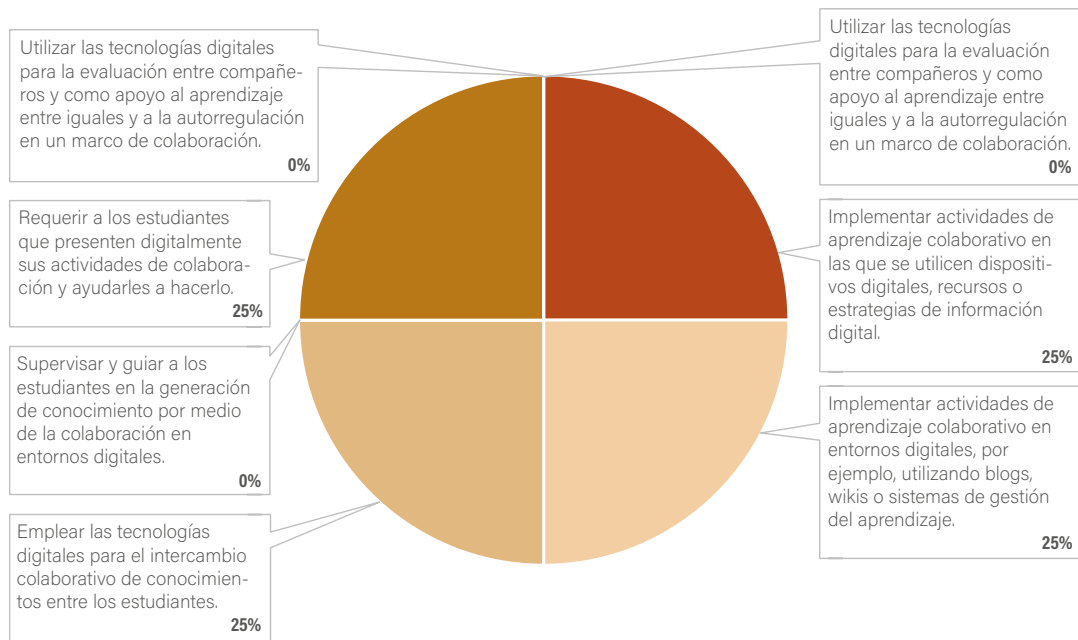


Figura 9. Respuestas sobre el aprendizaje colaborativo

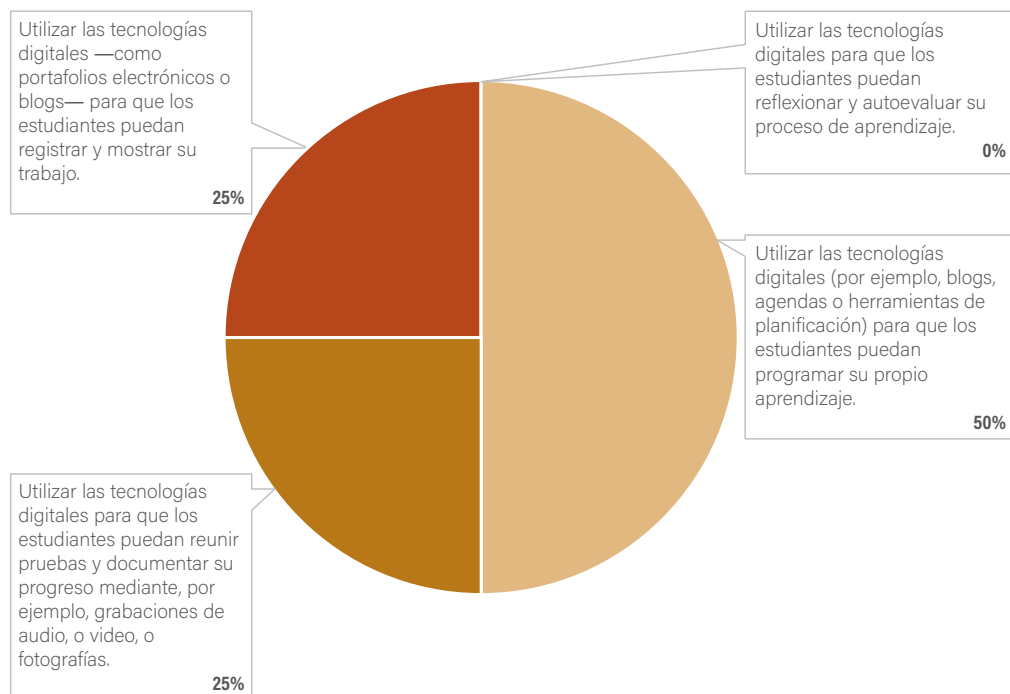


Figura 10. Respuestas sobre el aprendizaje autorregulado.

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.