

EL DISEÑO PEDAGÓGICO EN UN CASO DE FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESOR DE MATEMÁTICAS

PEDAGOGICAL DESIGN IN A CASE OF INITIAL MATHEMATICS TEACHER TRAINING

Gilbert-Andres Cruz-Rojas¹

Victoria Eugenia Mena Ruiz²

Universidad del Valle, Cali, Colombia

Resumen

Se presenta un estudio en el marco de un proceso de formación inicial del profesor de matemáticas en donde se caracteriza el diseño pedagógico de los Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA) elaborados por un grupo de estudiantes de la Licenciatura de Matemáticas de la Universidad del Valle. Para lo anterior, se tomó como marco de referencia los estudios derivados del

Enfoque Documental de lo Didáctico que se centran en la Capacidad de Diseño Pedagógico, la cual comprende las habilidades que tiene un profesor de matemáticas para diseñar recursos. La investigación realizada fue de tipo cualitativa y tomó como estrategia metodológica el estudio de caso instrumental en el que se analizó once OVA. Dentro de los principales resultados se encontró que los OVA diseñados muestran una dependencia al integrar recursos ya diseñados. El diseño de los OVA implicó que los profesores en formación establecieran referentes teóricos que les permiten determinar estrategias pedagógicas orientadas al planteamiento de objetivos de aprendizaje, los cuales, tenían una relación directa con aspectos curriculares inscritos en un contexto que presentaba una situación matemática. El diseño de OVA podría ser una estrategia de formación que le permitiría

¹ Doctor en Educación, profesor de la Escuela de Educación en Ciencias, Tecnologías y Culturas, Universidad del Valle. Correo electrónico: gilbert.a.cruz.r@correounivalle.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7391-9462>. Google académico: <https://scholar.google.es/citations?user=7r1YhK8AAAA-J&hl=es>

² Estudiante de la Licenciatura en Matemáticas de la Escuela de Educación en Ciencias, Tecnologías y Culturas, Universidad del Valle. Correo electrónico vic-toria.mena@correounivalle.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-8480-3178>.

a profesores en formación inicial configurar recursos educativos con objetivos de aprendizaje que tienen en cuenta aspectos curriculares, que suponen una oportunidad para proponer contextos donde la actividad matemática puede cobrar un sentido diferente al integrar temáticas variadas.

Abstract

A study is presented within the framework of an initial training process for mathematics teachers where the pedagogical design of Virtual Learning Objects (OVA) developed by a group of students from the Mathematics Degree at the Universidad del Valle is characterized. For this purpose, the studies derived from the Didactics Documentary Approach that focus on the Pedagogical Design Capacity were taken as a framework of reference, which includes the skills that a mathematics teacher has to design resources. The research carried out was qualitative and took as a methodological strategy the instrumental study case in which eleven OVA were analyzed. Among the main findings, it was found that the designed OVAs show a dependency when integrating resources already designed. The OVA designs implied that the teachers in training established theoretical references that allow them to determine pedagogical strategies oriented to the formulation of learning objectives, which had a direct relationship with curricular aspects registered in a context that presented a mathematical situation. The OVA design could be a training strategy that would allow teachers in initial training to configure educational resources with learning objectives that take into account curricular aspects, which represent an opportunity to propose contexts where mathematical activity can fit in a different meaning by integrating varied themes.

Palabras clave

Capacidad de Diseño Pedagógico, Profesor, Matemáticas, Recurso, Objeto Virtual de Aprendizaje, Formación inicial.

Keywords

Pedagogical Design Capacity, Teacher, Mathematics, Resource, Virtual Learning Object, Initial training.

Introducción

Este artículo es el resultado de un estudio más amplio desarrollado como trabajo de grado en la Licenciatura de Matemáticas, de la Universidad del Valle de Cali, Colombia. El estudio reconoce el interés de la comunidad académica por investigar distintos fenómenos relacionados con los procesos de formación inicial del profesor de matemáticas (Guacaneme et al. 2013; Silva et al. 2018; Da Silva y Zeichner 2021).

Algunas investigaciones se han centrado en la forma en que los profesores en formación diseñan recursos pedagógicos, como lo han reportado Gueudet et al. (2023), Méndez et al. (2023), Varela-Ordorica y Valenzuela-González, (2020) y Barbero (2020) Cálcul i Mesura (1r curs. Desde el Enfoque Documental de lo Didáctico (EDD) se plantea un marco de referencia para estudiar las relaciones e interacciones entre los profesores y los recursos (Trouche et al., 2020). Tomando como referente lo anterior, se estudia el proceso de diseño de recursos pedagógicos desde los planteamientos de Pepin, et al. (2017). Así, se pretende determinar en este escrito ¿qué características tienen los diseños pedagógicos de los objetos virtuales elaborados por un grupo de estudiantes de la Licenciatura de Matemáticas de la Universidad del Valle?

Para Arboleda (2018), la profesionalización del quehacer docente implica disponer de una capacidad reflexiva, movilizar un saber y reflexionar sobre el diseño, aplicación de

estrategias y el conocimiento didáctico del saber enseñado. Esto, abre posibilidades al profesor de hacer parte no solo del diseño curricular, si no del diseño de estrategias innovadoras que lleven a procesos de enseñanza y aprendizaje efectivos en donde el papel reflexivo y el uso de recursos es fundamental (Parada y Fiallo, 2022).

Según Westbroek et al. (2019), la participación de los profesores en el diseño de recursos educativos es una cuestión que está ganando terreno en la práctica e investigaciones educativas. Westbroek et al. (2019), exploraron en su estudio, cómo los procesos de diseño contribuyen al desarrollo profesional y curricular de los profesores, de qué manera los lleva a mejorar su práctica y los conduce a la innovación en educación. Así, es necesario involucrar a los profesores en el diseño de nuevos recursos educativos con el propósito de fomentar el cambio en los procesos de enseñanza desde el proceso de diseño, como lo señalan Staberg et al. (2023), Cruz-Rojas (2022) y Faggiano et al. (2021).

De acuerdo con Pepin et al. (2017), la existencia de una gran variedad de recursos pedagógicos digitales hace que el diseño sea una parte indispensable en el trabajo de los profesores. La interacción de los profesores con los recursos ofrece oportunidades en el diseño de forma individual o colectiva y ahora que los profesores de matemáticas han tomado el rol de diseñadores o en algunos casos son partícipes de ese diseño de recursos, es necesario desarrollar una comprensión más profunda del diseño del profesor (Ruthven, 2011).

Comprender cómo se desarrolla la capacidad de diseño y la forma en que se dan los procesos de diseño en profesores, conduce a pensar en qué caracteriza los recursos pedagógicos diseñados cuando se ha desarrollado esta capacidad. Davis et al. (2011), se cuestionan sobre cómo ayudar a los profesores a desarrollar la capacidad de diseño pedagógico, enfatizando en las

implicaciones que esto tiene en los procesos de formación. Según Pepin et al. (2017), se puede describir el diseño docente como la creación de algo nuevo que puede resultar de la combinación entre algo existente y algo novedoso o de un acto voluntario, intencionado y consciente con un objetivo didáctico explícito.

El EDD se considera como una teoría en Educación Matemática (Trouche et al., 2020), y se ha desarrollado con los aportes de diferentes investigaciones y enfoques teóricos, dando importancia al papel de los recursos en el trabajo de los profesores (Xavier et al., 2021) y poniendo énfasis en la dialéctica de las interacciones entre profesores y recursos (Artigue, 2019) y en el concepto de sistemas de recursos del profesor (Trgalová et al., 2019).

Gueudet et al. (2021), afirman que existe una motivación reciente por parte de los profesores para integrar Recursos Pedagógicos Digitales en sus procesos de enseñanza. Esto genera un incremento en las interacciones entre los profesores y los recursos y es considerado como una actividad profesional, según Trouche et al. (2018). Comprender esta actividad profesional de los profesores, a través del uso que hacen de los recursos, es el principal objetivo que tiene el EDD, además se ha convertido en un importante campo de investigación (Trouche et al. 2020).

Gueudet y Pepin (2020) afirman que el EDD aparece en un nuevo contexto digital; sin embargo, los profesores aún no cuentan con las herramientas para elegir adecuadamente estos recursos en cuanto a elementos didácticos y cualitativos. Esto demanda mayores esfuerzo para desarrollar investigación que permita comprender mejor el trabajo de los profesores en diferentes niveles de formación (Choppin 2019).

La interacción entre profesores de matemáticas y recursos diseñados para la enseñanza incluye procesos de selección, modificación y creación

de nuevos recursos, lo que genera el trabajo documental del profesor (Trouche et al., 2018).

Desde el EDD se estudia este trabajo documental y Gueudet (2019) destaca tres aspectos que considera fundamentales: el concepto de recursos, la dialéctica de recursos/documentos y el concepto de sistema de recursos. Tomando como referencia los aportes de Trouche (2019), se entiende por recurso como todo aquello que permite *re-generar* el trabajo de los profesores.

Para Gueudet (2019) el EDD deja ver las implicaciones que tienen las interacciones entre profesores y recursos en su aprendizaje profesional. Pues, aunque se dispone de una gran cantidad de recursos adecuados gracias a la internet, no hay un soporte adecuado para que los profesores hagan una selección de manera pertinente (de Moraes Rocha, 2018). De esta manera, se necesita de apoyo profesional para ser conscientes y sensibles de los aspectos matemáticos, pedagógicos y didácticos de los recursos que elegirán y para identificar la flexibilidad de los recursos para ser adaptados o combinados. En palabras de Trouche et al. (2020), los profesores requieren orientación para ayudarles a desarrollar su capacidad de diseño pedagógico como parte de su experiencia documental.

Según Brown (2008) la noción de Pedagogical Design Capacity (PDC) o Capacidad de Diseño Pedagógico (CDP) es considerada una herramienta teórica que permite caracterizar las capacidades que tienen los profesores la usar recursos en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Desde esta perspectiva se considera la enseñanza como una actividad profesional de diseño en donde los profesores interpretan los recursos que tienen a su alcance, evalúan su pertinencia en el aula y complementan con estrategias que apoyen el logro de los objetivos de aprendizaje (Remillard y Kim, 2020). Los recursos educativos para la enseñanza de las matemáticas fueron definidos

por Remillard (2018) como herramientas de apoyo y mejora a los procesos de enseñanza y aprendizaje dentro de las escuelas.

Para Brown (2008), la actividad de diseño consiste en construir algo para solucionar un problema o cambiar de una situación actual a otra en la que se alcancen determinados objetivos. Entender la enseñanza como diseño permite comprender las interacciones que se dan cuando los profesores trabajan con diferentes recursos educativos (Gueudet et al., 2022). Se pueden evidenciar tres situaciones claves en esta interacción. En la primera los recursos educativos ocupan un lugar importante al posibilitar o limitar las acciones del profesor, para la segunda los profesores interactúan con los recursos de distintas maneras dependiendo de su experiencia, intenciones y conocimientos, y, por último, la enseñanza como una actividad de diseño es finalmente inevitable.

Remillard (2018), afirma que existe un gran número de investigaciones a nivel mundial, intentando analizar y conceptualizar la variedad de interacciones entre profesores y recursos que los llevan a diseñar, a propósito de la enseñanza de las matemáticas. Así como también, pretenden identificar las capacidades que se requieren para llevar a cabo este trabajo de diseño. En este sentido, Remillard (2018) señala que la importancia del concepto de CDP, está, entre otros aspectos, en que permite ver que la labor de usar e interactuar con recursos educativos no es una labor simple y requiere de habilidades que los profesores necesitan desarrollar y fortalecer. Así, existen recursos que serán más difíciles de trabajar para el profesor debido a su nivel de complejidad o por desconocimiento de estos.

De acuerdo con esto, Davis et al. (2011) afirman que es probable que los profesores necesiten apoyo en el momento de considerar y realizar cambios eficientes en recursos educativos, principalmente aquellos que no poseen una base

sólida en su conocimiento y además el acceso que tienen a los recursos también es limitado. De lo contrario, los profesores se enfrentarán a dificultades, para determinar la pertinencia o productividad de sus diseños deliberados.

De acuerdo con Pepin et al. (2019), investigaciones en el campo del diseño en Educación Matemática toman como punto de partida los procesos de apropiación, análisis y desarrollo efectivo de recursos para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas y revelan las formas en que los profesores eligen, adaptan, se apropian, combinan o rediseñan distintos recursos educativos.

Al mismo tiempo, reconocen que los recursos digitales, brindan a los profesores la posibilidad de transformar procesos y generar dinámicas educativas novedosas (Santacruz y Sacristán, 2019). En este sentido, Pepin et al. (2017), cuestionan cómo se pueden comprender las distintas interacciones entre los profesores y los recursos que usan para la enseñanza, en términos de diseño y del desarrollo que la CDP. Específicamente lo relacionado con recursos educativos digitales.

Para comprender estas interacciones, Pepin et al. (2017), identifican los procesos de diseño individuales y colectivos como indispensables para el desarrollo de la CDP de los profesores. Para ampliar esta visión de la noción de CDP, Pepin et al. (2019), proponen las siguientes dimensiones:

- Dimensión de intencionalidad: caracterizada por definir unos objetivos claros para el diseño, establecer con claridad la intención y lo que se espera que se alcance durante la interacción o trabajo con el mismo. De esta manera, las situaciones de aprendizaje en el diseño están direccionadas a desarrollar de manera eficaz dichos objetivos.
- Dimensión enfoque: define a través de qué estrategias se propone la interacción con el diseño. Los estilos de diseño y la secuenciación en la que se presentarán las actividades de manera que se favorezca el alcance de los objetivos.
- Dimensión tiempo: dependiendo del contexto, establece si los procesos de diseño se dan en sesiones de diseño por horas hasta una actividad de diseño profesional a largo plazo. Además de especificar el tiempo que se requiere para la interacción con el recurso teniendo en cuenta la intención y el enfoque de este.
- Dimensión audiencia: se analizan las características que tiene la población a la que se dirige el diseño. Es decir, para quiénes se está diseñando.
- Dimensión contexto: el análisis de esta dimensión permite definir dentro de que contextos se encuentran las situaciones de aprendizajes que se proponen en el diseño.
- Dimensión individual colaborativa: determina si el proceso de diseño se ha llevado a cabo de manera individual o por parte de equipos de profesores. Además, permite analizar si las estrategias y enfoques del diseño favorecen la interacción con el recurso de manera individual o promoviendo el trabajo colaborativo.
- Dimensión grado de novedad: permite observar si el diseño se ubica entre algunas adaptaciones a recursos y la capacidad de crear un nuevo recurso. Se observa también que tipo de recursos han sido adaptados como parte de las estrategias del diseño y que recursos

han sido creados desde cero para el trabajo de diseño.

Desde una perspectiva de la enseñanza como diseño, Pepin, et al. (2017), argumentan cómo las interacciones de los profesores con los recursos educativos digitales pueden considerarse diseño y cómo estos procesos de diseño ofrecen oportunidades de mejorar la CDP de los profesores de matemáticas. Además, señalan, la CDP como una construcción que se da en términos de cómo los profesores interpretan y transforman los recursos educativos existentes, para así, rediseñar la enseñanza.

En la actualidad, los profesores tienen acceso a una gran variedad de recursos digitales gracias a la internet (Gueudet et al., 2016). Entre estos, se encuentran los Recursos Educativos Abiertos (Trouche et al., 2018). Generalmente se ha definido los Recursos Educativos Abiertos, como materiales de tipo digital con una intención pedagógica y ofrecidos de manera libre y abierta para que miembros de la comunidad educativa puedan usarlos y utilizarlos en sus procesos de enseñanza y aprendizaje. Como una respuesta a la necesidad de un mayor acceso al conocimiento y la importancia de recursos educativos reutilizables se definen los Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA).

Hodgins (2004) definió los Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA) como una colección de objetos de información unidos a través de metadatos que se adaptan a las necesidades de un estudiante en específico.

Longmire (2000) menciona otras características con las que debe contar un OVA. A continuación, se mencionan las que se consideran más relevantes para la caracterización de los OVA de acuerdo con las dimensiones que determinan la CDP:

- Flexibilidad para ser usados en diversos contextos. Esta flexibilidad se

debe a su facilidad de actualización y búsqueda. Esta facilidad de búsqueda es proporcionada por los metadatos

- Adaptabilidad que les permite adaptarse a los distintos estilos de aprendizaje de los estudiantes.
- Reutilización que le da la capacidad de usarse en y para diferentes contextos y propósitos educativos.

Metodología

El desarrollo metodológico de esta investigación se enmarcó dentro de la investigación de tipo cualitativa, según Gibbs (2012). Se tuvo en cuenta una aproximación interpretativa que permitió la descripción, interpretación y explicación de los fenómenos indagados, con el propósito de construir significados sobre las acciones e interacciones que determinan el desarrollo de la Capacidad de Diseño Pedagógico de los profesores de matemáticas. Según Camargo (2021) la aproximación interpretativa se encuentra dentro de un enfoque fenomenológico que busca describir, explicar y concluir a partir del fenómeno de estudio. En esta investigación se estudió once Objetos Virtuales de Aprendizaje diseñado por un grupo de estudiantes de la licenciatura de matemáticas de la Universidad del Valle en el marco de un curso denominado “Diseño de actividades de aprendizaje con apoyo de las TIC”. La investigación asumió como estrategia metodológica el estudio de caso de acuerdo con los planteamientos de Osses et al. (2006). Para el análisis de la información se diseñó un instrumento que se presenta en la tabla 1.

Tabla 1

Instrumento para la caracterización y análisis de la CPD en los OVA

Dimensión	Preguntas de orientación
Intencionalidad	¿Qué características tienen los objetivos de aprendizaje planteados en el diseño?
Enfoque	¿A partir de qué estrategias metodológicas, estilos o enfoques se propone el diseño?
Tiempo	¿Qué tiempo tomó el proceso de diseño del recurso? ¿Qué tiempo se requiere para interacción con todo el diseño?
Audiencia	¿Qué características tiene la población hacia la que va dirigida el diseño?
Contexto	¿Cuál es el contexto de las situaciones de enseñanza que se tuvieron en cuenta al proponer el diseño?
Individual y/o colaborativa	¿El proceso de diseño fue un trabajo individual o colaborativo? ¿Qué actividades o estrategias dentro del recurso favorecen el trabajo individual o colaborativo?
Grado de novedad	¿Qué tipo elementos dentro del recurso han sido adaptados para el diseño? ¿Qué elementos dentro del recurso han sido creados por el (los) diseñador?

Nota: Elaboración propia que toma como referencia los aportes de Pepin et al. (2019).

1 2 3

Para Camargo (2018), la investigación cualitativa en Educación Matemática da un lugar importante al enfoque fenomenológico, pues amplía la visión de identificar el problema, analizarlo y construir algún tipo de modelo sobre las posibles dificultades y llega hasta la exploración de nuevas oportunidades y búsqueda de soluciones que sean útiles a los distintos actores de la comunidad educativa.

Esta investigación caracterizó once Objetos Virtuales de Aprendizaje diseñados por profesores de matemáticas en formación inicial a partir de su capacidad de diseño pedagógico. Los OVA se diseñaron en el marco de un curso denominado “Diseño de actividades de aprendizaje con apoyo de las TIC” dirigido a estudiantes de la Licenciatura en Matemáticas de la Facultad de Educación y Pedagogía de la Universidad del Valle, en el periodo académico septiembre de 2022 a enero de 2023. El curso tenía como propósito

el análisis de la configuración y estructuración de recursos pedagógicos por parte de docentes a nivel nacional e internacional. Además, tomó como referente los desarrollos investigativos en la Didáctica de las Matemáticas que dejaba ver la distancia entre los ambientes de aprendizaje usuales y aquellos en los que se propone la integración de las TIC por lo que se exige concebir los nuevos recursos pedagógicos para el desarrollo de procesos de formación orientados a cualificar el conocimiento profesional del docente en formación.

Los participantes fueron 24 profesores en formación (trece hombres y once mujeres) entre los dieciocho y veintiséis años. La mayoría cursaba el séptimo semestre de la Licenciatura en Matemáticas y la mitad de los participantes señaló haber diseñado alguna vez una actividad de aprendizaje integrando las TIC. El curso se desarrolló bajo la modalidad presencial y se apoyó en la disposición de recursos y actividades en

una plataforma virtual de la Universidad del Valle, donde se dispuso de documentos, y funciones como envío de trabajos, tareas, foros, pruebas cortas (quiz) o cuestionarios. Los estudiantes usaron para el diseño del OVA un documento que era la plantilla en donde registraban todo lo relacionado con la planificación del diseño, en donde se incluyó los objetivos de aprendizaje, metodología, configuración didáctica y estrategias de acompañamiento. Además, se utilizó un programa libre y abierto que se conoce como Exelerning, el cual permite crear contenido educativo digital de acuerdo con sus diferentes funcionalidades. Esta herramienta puede accederse a través del siguiente enlace: <https://exelearning.net/>.

Resultados

De acuerdo con Pepin et al. (2019) la dimensión intencionalidad es un componente de la CDP que permite visualizar los objetivos de un diseño. En este trabajo, esta dimensión permitió caracterizar los objetivos de aprendizaje que los profesores en formación esperaban alcanzar a través de la interacción y trabajo con el diseño. Para lo anterior, se abordó este análisis desde una perspectiva curricular, según los tipos de pensamientos y procesos propuestos en los Estándares Básicos de Competencias en Matemáticas del Ministerio de Educación Nacional (MEN, 2006).

En la revisión de los objetivos se encontró una recurrencia en orientar los diseños hacia el tratamiento del pensamiento aleatorio y sistemas de datos, como se aprecia en la tabla 2.

Tabla 2

Frecuencia del tipo de pensamiento evidenciado de acuerdo con los objetivos de aprendizaje de cada diseño

Tipo de pensamiento	Frecuencia
Métrico y sistemas numéricos	0
Espacial y sistemas geométricos	2
Métrico y sistemas métricos o de medidas	0
Aleatorio y sistemas de datos	6
Variacional y sistemas algebraicos	0
Otros objetivos de aprendizaje	3

Respecto a los seis diseños propuestos en el marco del pensamiento aleatorio, tres de ellos presentaron sus situaciones de aprendizaje y actividades en contextos de azar, al tiempo que se apoyaron en conceptos de probabilidad y combinatoria. Las actividades se plantearon buscando que los estudiantes avanzaran progresivamente en el desarrollo de habilidades de conteo y combinatoria hasta encontrar todas las posibilidades con determinadas condiciones,

dentro de una situación. Los otros tres diseños, se plantearon en torno a la estadística descriptiva y sistemas de datos. Proponiendo actividades relacionadas con la recolección y organización de datos en tablas y diagramas, para extraer toda la información posible y posteriormente promover la interpretación y análisis de gráficos estadísticos.

Es importante tener en cuenta que la categoría “Otros objetivos de aprendizaje” hace referencia

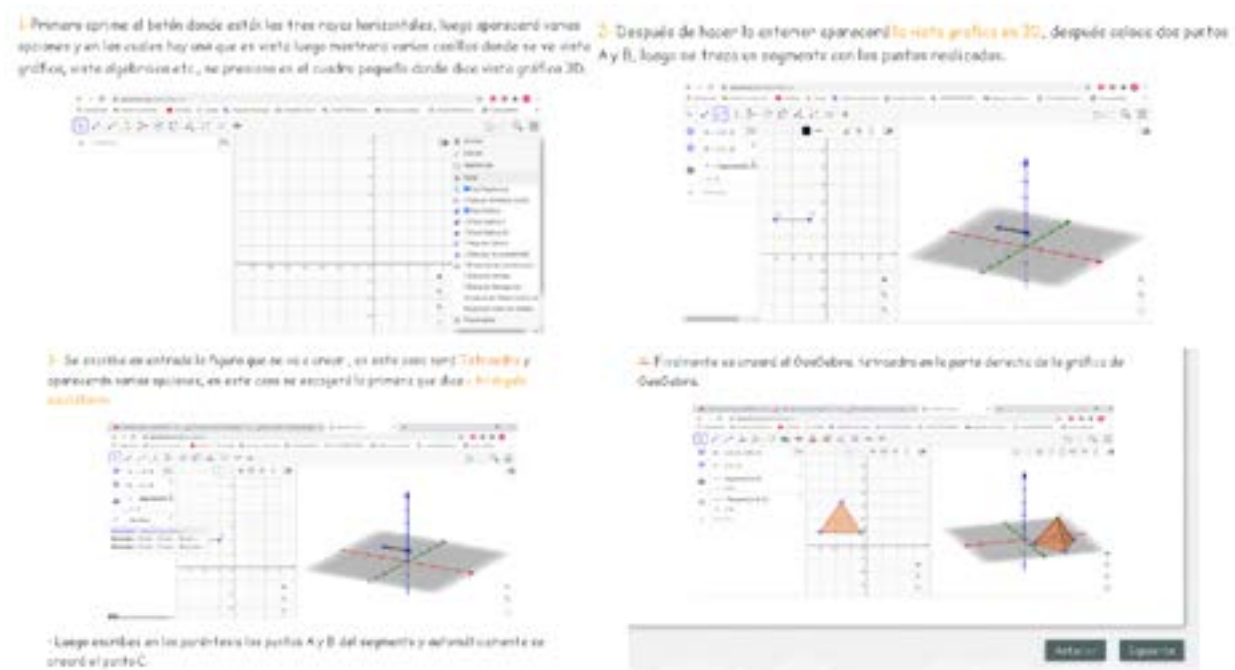
a tres diseños cuyos objetivos de aprendizaje giraron en torno a: 1. aspectos históricos del desarrollo de la matemática y la geometría, 2. lógica proposicional y razonamiento y 3. educación financiera.

De manera particular se destaca los diseños con objetivos de aprendizaje relacionados con el desarrollo del pensamiento espacial y sistemas

geométricos que proponían situaciones de aprendizaje en las que se construyen y se manipulan representaciones de objetos en el espacio, como es el caso del OVA “Un mundo de poliedros”. En la figura 1 se puede observar una actividad incluida en el OVA en la que a través de un video y una secuencia de pasos se propone al estudiante realizar una construcción geométrica con el Software Geogebra.

Figura 1

Secuencia de pasos para una construcción guiada en el OVA “Un mundo de poliedros”



1 2 5

De la misma manera, en la figura 2, se observa como el OVA denominado “El arte y la geometría” relaciona el estudio de la geometría y el arte como una forma de enriquecer y motivar al estudiante en el estudio del pensamiento espacial. Esto además de favorecer el pensamiento espacial y los sistemas geométricos, empieza a mostrar el uso de un contexto real. Aspecto que se ampliará en el análisis de la siguiente dimensión.

Figura 2

OVA "El arte y la geometría. Imagen interactiva de contextualización"



1 2 6

Para la dimensión enfoque, Pepin et al. (2019) incluye los estilos o estrategias de diseño como elementos característicos. Así, el análisis de esta dimensión en los OVA tuvo en cuenta la manera en que los profesores en formación seleccionaron las estrategias de trabajo para el desarrollo de las situaciones de aprendizaje o de las actividades propuestas dentro del diseño, pensando en cómo esperaban que los estudiantes se enfrentaran a este. Para esto, los diseños se presentan a través de secuencias de tareas incluidas en fases que dosifican el trabajo con el recurso. Inician con una fase de apertura donde se revisan los conocimientos previos, se da un contexto de la situación, conceptos y ejemplos necesarios para el desarrollo de las actividades, seguida de una fase de aplicación en la que se desarrollan actividades o juegos donde el estudiante pone en práctica lo que ha comprendido hasta el momento y finalizan con una fase de validación, donde se incluye en el diseño, un cuestionario como una estrategia para validar los aprendizajes logrados al finalizar el trabajo con el recurso. Se observó también que los diseños cuentan con estrategias de

acompañamiento durante el desarrollo de cada fase, la cual tiene como propósito explicitar en el uso del recurso diferentes tipos de retroalimentación al estudiante de acuerdo con sus aciertos o desaciertos. Se pueden observar la creación y uso de personajes que orientan la actividad con una voz en off con mensaje interactivos, con la función de orientar al estudiante durante el trabajo con el recurso, hacer alguna retroalimentación sobre los resultados de las actividades o recordar información necesaria para determinado momento.

La forma en la que se presenta esta dimensión en los diseños permite observar que los profesores en formación buscaron además de diseñar un recurso educativo, asegurarse de que este aportara a los estudiantes una ruta definida sobre el trabajo que iban a realizar y los objetivos o aprendizajes que alcanzarían en cada fase. Buscando una conexión entre la motivación al interactuar con el recurso y las estrategias usadas en las situaciones de aprendizaje y actividades.

La dimensión tiempo, de acuerdo con Pepin et al. (2017) hace referencia a establecer si el proceso de diseño fue un trabajo a corto, mediano o largo plazo. Sin embargo, para este análisis la dimensión tiempo, también tomó en cuenta el tiempo que se requiere o que los diseños establecen para su ejecución. De acuerdo con esto, se halló que únicamente para dos de los diseños se definió el tiempo que se requiere para el alcance de los objetivos a través de las situaciones de aprendizaje que plantea el recurso. Estos aspectos no se registraron de manera explícita en la versión desarrollada del OVA con Exelerning.

Es así como el OVA “Representaciones gráficas por medio de brechas de género en Colombia” establece que la duración del trabajo con el recurso, se puede llevar a cabo una sesión de dos horas de clase. Los diseñadores señalan que este es el tiempo adecuado para que los usuarios pasen por todas las etapas del recurso. De la misma manera el OVA “Contando ando”, está pensado para trabajar durante tres semanas. Pero que este trabajo debe ser distribuido en dos sesiones de dos horas cada una durante cada semana.

En cuanto al tiempo requerido en los procesos de diseño se debe tener en cuenta que el curso generó encuentros presenciales de cuatro horas cada semana y un trabajo independiente de los diseñadores de por lo menos cuatro horas cada semana.

En la dimensión audiencia se encontró que los diseños fueron dirigidos a estudiantes de distintos niveles educativos como se puede ver en la tabla 3. Estos niveles fueron coherentes con el planteamiento de los objetivos de aprendizaje de cada diseño, con los contextos propuestos para las situaciones de aprendizaje, las estrategias de acompañamiento pensadas para la interacción con el recurso y con los procesos generales y la forma como se plantea su desarrollo. Lo que muestra, que los

profesores en formación tenían un referente del nivel educativo que exigía el diseño.

Tabla 3

Frecuencia del nivel educativo para el que fue dirigido cada diseño

Nivel educativo	Frecuencia
Básica primaria	3
Básica secundaria	3
Media vocacional	2
Primeros semestres universitarios	1
No especificado	2

En el caso de la dimensión contexto en el diseño de los OVA se pudo observar que cuatro de los once diseños proponen sus actividades y situaciones de aprendizaje dentro de un contexto que se encuentran en la realidad. Si bien no corresponden a contextos de la vida práctica o de la cotidianidad, si son contextos conocidos por el estudiante que tienen que ver con problemáticas actuales que no son ajenas a ellos.

Es el caso por ejemplo del OVA “Safari estadístico” que propuso la problemática ambiental en el Amazonas, como contexto para las situaciones de aprendizaje relacionadas con la recolección, interpretación y análisis de datos. Otro caso, es el OVA “El arte en la geometría” que tuvo como propósito que los estudiantes se apropiaran de los conceptos básicos de la geometría a través de la visualización y aplicación de estos en distintas obras famosas en la historia del arte. El OVA “Representaciones gráficas” por medio de las brechas de género en Colombia propuso alcanzar sus objetivos de aprendizaje sobre interpretación de gráficos estadísticos, a través de situaciones contextualizadas en una problemática actual como lo son las brechas de género en el ámbito laboral que se presentan en Colombia, como se aprecia en la figura 3. Los autores del diseño señalaron en su documento

de planificación que este diseño tenía como objetivo que estudiantes de grado séptimo que cuentan con nociones de interpretación de gráficos estadísticos de una variedad de datos,

inicien su alfabetización estadística, trabajando con representaciones gráficas y su vez, tratando situaciones de la vida real, que en este caso será, la brecha de género en Colombia.

Figura 3

OVA “Representaciones gráficas por medio de las brechas de género en Colombia”



1 2 8 Además de lo mencionado, se encontró también que los otros siete diseños contextualizaron el desarrollo de las actividades dentro de las matemáticas mismas. Es decir que todo lo que rodeo las situaciones de aprendizaje está relacionado con las matemáticas y el uso adecuado de sus herramientas.

Desde la dimensión individual/colaborativa se encontró que, para la interacción con ocho de los once OVA, se propuso la ejecución de las actividades y el desarrollo de las situaciones de aprendizaje de manera individual. Es decir, que las estrategias o estilos de diseño usados en el OVA, favorecen el aprendizaje autónomo brindando herramientas de acompañamiento donde no es necesaria la orientación de un profesor. Por el contrario 2 de los 11 OVA, favorecen el trabajo colaborativo. Sus actividades invitan a la discusión, el planteamiento de preguntas y la socialización entre pares. Finalmente, en uno de los diseños la secuencia de actividades favorece el trabajo individual, por sus estrategias de

acompañamiento. Pero al finalizar deja abierta la posibilidad al trabajo colaborativo, al promover la discusión y retroalimentación.

En este análisis se encontró que en siete de los once diseños este proceso fue individual. En los tres restantes fue un proceso de diseño colaborativo llevado a cabo por parejas de profesores en formación. No se evidencia que este aspecto haya sido un factor que pudiera favorecer o afectar el proceso, pues en los diseños realizados tanto de manera individual o colaborativa, se evidencia ampliamente el desarrollo de la mayoría de las dimensiones que definen la CDP. En el caso de la dimensión tiempo que para algunos diseños no fue especificada, no se puede asegurar que fue un efecto del diseño individual o colaborativo.

Para la dimensión grado de novedad, los diseños pudieron clasificarse en dos categorías. Un grupo de tres diseños en los que se observó una alta dependencia de recursos que habían

sido contruidos previamente y otro grupo de ocho diseños en el que se incluyen actividades y herramientas que han sido creadas desde cero por los profesores en formación encargados del proceso de diseño. Un caso en el que se evidencia una alta dependencia de recursos previamente contruidos es el OVA “Contando ando”. En este diseño, la conceptualización, ejemplos, imágenes y ejercicios corresponden a información extraída de recursos previamente contruidos. El OVA no contiene recursos audiovisuales o actividades interactivas que puedan generar motivación en los estudiantes.

El grado de novedad describe la manera en la que los profesores crean diseños innovadores, haciendo uso de herramientas, estrategias y contextos que sean significativos para los procesos de enseñanza y aprendizaje. Sin embargo, esta dimensión también permite observar las adaptaciones que los profesores hacen de recursos previamente contruidos, a sus propios diseños. Determinando si esas adaptaciones son eficaces y permiten el alcance de los aprendizajes que se han planteado para determinada situación de enseñanza.

Un caso en el que el diseño contiene un alto nivel de novedad al incluir herramientas y actividades creadas desde cero durante el proceso de diseño es el OVA “Safari estadístico”. En este diseño las actividades han sido creadas haciendo uso del software Geogebra e incluyendo personajes. Otros diseños aprovecharon al máximo las oportunidades que brinda la herramienta para la creación de contenidos educativos Exelearning, para incluir en el diseño diferentes tipos de actividades interactivas, de tipo completar, relacionar, ordenar elementos, preguntas de verdadero/falso, video interactivo y juegos como mapa, sopa de letras o tarjetas de memoria entre otros.

Conclusiones

El análisis de la capacidad de diseño pedagógico de los profesores en formación muestra en este estudio, la alta dependencia que tienen algunos, de recursos que están disponibles en la red. Esta dependencia es la que evidencia un poco desarrollo de la Capacidad de Diseño Pedagógico. El diseño de los OVA implicó que los profesores en formación establecieran unos referentes teóricos que les permitieron determinar cuáles eran las estrategias adecuadas para la interacción con el recurso, de manera que condujeran al alcance de los objetivos de aprendizaje siendo coherentes con aspectos curriculares y sin dejar de lado el aprendizaje significativo introduciendo contextos que tuvieran relación con la actualidad.

Desde la experiencia reportada se considera que el diseño de recursos educativos como los OVA constituyen una actividad profesional que atiende principalmente aspectos curriculares de las matemáticas y supone una oportunidad para proponer contextos donde la situación matemática pueda cobrar sentido y plantee una dinámica en la que el estudiante puede establecer conexiones que promueven un rol más activo en su aprendizaje.

Así, el diseño de OVA proporciona un escenario adecuado para el desarrollo de la Capacidad de Diseño Pedagógico de profesores en la etapa de formación inicial. La naturaleza de las herramientas de creación de contenidos educativos brinda la posibilidad de diseñar recursos que se adapten a las necesidades educativas específicas de los contextos, con diversidad de estrategias, disminuyendo la dependencia de recursos que han sido creados con antelación y que seguramente tuvieron unos objetivos de aprendizaje y una intención pedagógica diferentes a lo que se requiere en determinado momento. El desarrollo de la investigación permitió identificar la manera en la que los profesores direccionan sus diseños hacia

el alcance de cada una de las dimensiones que definen la Capacidad de Diseño Pedagógico.

Referencias bibliográficas

Arboleda, L. (2018). La formación inicial de docentes y la reforma de las licenciaturas en Colombia. Cuadernos de Investigación y Formación En Educación Matemática., 17, 47–54.

<https://bit.ly/3AgxQra>

Artigue, M. (2019). Reflecting on a theoretical approach from a networking perspective: the case of the documentational approach to didactics. In L. Trouche, G. Gueudet, & B. Pepin (Eds.), *The 'resource' approach to mathematics education* (pp. 89–118). Springer. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-20393-1_5

Barbero, I. (2020). Integración de recursos digitales para el aprendizaje de las matemáticas en la formación inicial de maestros. Un estudio cuasi-experimental. *TDX (Tesis Doctorals En Xarxa)*. <https://bit.ly/47B1Xta>

Brown, M. (2009). The teacher-tool relationship: Theorizing the design and use of curriculum materials. In J. T. Remillard, B. A. Herbel-Eisenmann & G. M. Lloyd (Eds.), *Mathematics teachers at work: Connecting curriculum materials and classroom instruction* (pp. 17–36). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203884645>

Camargo, L. (2021). *Estrategias cualitativas de investigación en educación matemática. Recursos para la captura de información y el análisis* (Editorial). <https://bit.ly/3Gc9McW>

Choppin, J. (2019). Reflections on the documentational approach to didactics. In L. Trouche, G. Gueudet, & B. Pepin (Eds.), *The 'resource' approach to Mathematics*

Education (pp. 491–502). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20393-1_14

Cruz-Rojas, G.-A. (2022). Revisión documental sobre la formación y el conocimiento del profesor de matemáticas. *Revista Tecné, Epistem y Didaxis*, 2, 175–192. <https://doi.org/https://orcid.org/0000-0001-7391-9462>

Da Silva, F. y Zeichner, K. (2021). Los desafíos de la formación inicial de profesores de matemáticas como profesionales democráticos. *PARADIGMA*, 42(e2), 18-39. <https://doi.org/10.37618/paradigma.1011-2251.2021.p18-39.id1029>

Davis, E., Beyer, C., Forbes, C., y Stevens, S. (2011). Understanding pedagogical design capacity through teachers' narratives. *Teaching and Teacher Education*, 27(4), 797–810. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2011.01.005>

Rocha, K.d.M. Uses of Online Resources and Documentational Trajectories: The Case of Sesamath. In L. Fan, L. Trouche, C. Rezat, Visnovska, (eds) *Research on Mathematics Textbooks and Teachers' Resources*. ICME-13 Monographs (pp. 235–258). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-73253-4_11

Faggiano, E., Rocha, H., Sacristan, A., y Santacruz-Rodríguez, M. (2021). Towards pragmatic theories to underpin the design of teacher professional development concerning technology use in school mathematics. In A. Clark-Wilson, A. Donevska-Todorova, E. Faggiano, J. Trgalova & H-G. Weigand (Eds.) *Mathematics Education in the Digital Age: Learning, Practice and Theory* (pp. 42-68). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003137580-4>

- Gibbs, G. (2012). *El análisis de datos cualitativos en Investigación Cualitativa*. Ediciones Morata, S.L. <https://bit.ly/3sJkbcW>
- Guacaneme, E., Obando, G., Garzón, D. y Villa-Ochoa, J. (2013). Informe final sobre la formación inicial y continua de profesores de matemáticas: el caso de Colombia. *Cuadernos de Formación e Investigación en Educación Matemática*, 11-49. <https://bit.ly/47KnIGY>
- Gueudet, G. (2019). Studying teachers' documentation work: Emergence of a theoretical approach. In L. Trouche & G. B. Gueudet (Eds.), *The Resource Approach to Mathematics Education* (Springer, Cham., pp. 17–42). https://doi-org.bd.univalle.edu.co/10.1007/978-3-030-20393-1_2
- Gueudet, G., Buteau, C., Broley, L., Mgombelo, J., Muller, E., Sacristán, A., y Santacruz-Rodríguez, M. (2023). Learning programming for mathematical investigations: an instrumental and community of practice approach. *Research in Mathematics Education*. <https://doi.org/10.1080/14794802.2023.2239195>
- Gueudet, G., Buteau, C., Muller, E., Mgombelo, J., Sacristán, A., y Santacruz-Rodríguez, M. (2022). Development and evolution of instrumented schemes: a case study of learning programming for mathematical investigations. *Educational Studies in Mathematics*, 110(2), 353–377. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10133-1>
- Gueudet, G., y Pepin, B. (2020). Digital Curriculum Resources in/for Mathematics Teacher Learning. In *International Handbook of Mathematics Teacher Education: Volume 2* (pp. 139–162). Brill | Sense. https://doi.org/10.1163/9789004418967_006
- Gueudet, G., Pepin, B. y Lebaud, M. (2021). Designing meta-resources for mathematics teachers in the context of curriculum reforms: the case of digital technology use and student autonomy in France. *ZDM Mathematics Education* 53, 1359–1372. <https://doi.org/10.1007/s11858-021-01299-2>
- Gueudet, G., Pepin, B., Sabra, H., y Trouche, L. (2016). Collective design of an e-textbook: teachers' collective documentation. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 19(2–3), 187–203. <https://doi.org/10.1007/s10857-015-9331-x>
- Hodgins, H. (2004). The Future of Learning Objects. *Engineering Education*.
- Longmire, W. (2000). A Primer on Learning Objects. *American Society for Training & Development*. <https://bit.ly/47fM0Zr>
- Méndez, C., Padilla-Escorcia, I., Conde-Carmona, R., Valbuena-Duarte, S., y Solano-Díaz, S. (2023). Caracterización del conocimiento de los maestros de matemática en formación inicial acerca de los Objetos Virtuales de Aprendizaje. *Revista Interamericana de Investigación Educación y Pedagogía RIIEP*, 16(1). <https://doi.org/10.15332/25005421.7899>
- Osses, S., Sánchez, I., e Ibáñez, F. M. (2006). Investigación cualitativa en educación. Hacia la generación de teoría a través del proceso analítico. *Estudios Pedagógicos*, XXXII, 119–133. <https://bit.ly/3rvDFNA>
- Parada Rico, S. E., y Fiallo Leal, J. E. (2022). *Comunidades de práctica de profesores de matemáticas que incorporan tecnologías digitales en el aula* (Ediciones). Universidad Industrial de Santander. <https://bit.ly/40Q7BoX>

- Pepin, B., Artigue, M., Gitirana, V., Miyakawa, T., Ruthven, K., y Xu, B. (2019). *Mathematics Teachers as Curriculum Designers: An International Perspective to Develop a Deeper Understanding of the Concept*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20393-1_6
- Pepin, B., Gueudet, G., y Trouche, L. (2017). Refining teacher design capacity: Mathematics teachers' interactions with digital curriculum resources. *ZDM*, 49(5), 799–812. <https://doi.org/10.1007/s11858-017-0870-8>
- Pepin, B., Xu, B., y Trouche, L. (2017). *Developing a deeper understanding of mathematics teaching expertise: an examination of three Chinese mathematics teachers' resource systems as windows into their work and expertise*. 257–274. <https://doi.org/10.1007/s10649-016-9727-2>
- 1 3 2 Remillard, J., y Kim, O. (2020). *Elementary Mathematics Curriculum Materials: Designs for Student Learning and Teacher Enactment* (Springer). <https://doi.org/10.1007/978-3-030-38588-0>
- Remillard, J. (2018). Examining Teachers' Interactions with Curriculum Resource to Uncover Pedagogical Design Capacity. In L. Fan, L. Trouche, C. Qim, S. Rezat, & J. Visnovska (Eds.), *Research on Mathematics Textbooks and Teachers' Resources* (Springer, Cham., pp. 69–88). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-73253-4_4
- Ruthven, K. (2011). Constituting digital tools and materials as classroom resources: The example of dynamic geometry. In Ghislaine Gueudet, B. Pepin, & L. Trouche (Eds.), *From Text to "Lived" Resources: Mathematics Curriculum Materials and Teacher Development* (pp. 89–103). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-1966-8_5
- Santacruz, M., y Sacristán, A. (2019). Una mirada al trabajo documental de un profesor de primaria al seleccionar recursos para enseñar geometría. *Educación Matemática*, 31(3), 7–38. <https://doi.org/10.24844/EM3103.01>
- Silva, S., Viginheski, L., y Shimazaki, E. (2018). La inclusión en la formación inicial de profesores de matemáticas. *Acta Scientiarum. Education*, 40(3). <https://doi.org/10.4025/actascieduc.v40i3.32210>
- Staberg, R., Febri, M., Gjøvik, Ø., Sikko, S., y Pepin, B. (2023). Science teachers' interactions with resources for formative assessment purposes. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 35(1). <https://doi.org/10.1007/s11092-022-09401-2>
- Trgalová, J., Sokhna, M., Assis, C., Alturkmani, M., Espindola, E., Hammoud, R., y Sayah, K. (2019). Teachers' Resource Systems: Their Constitution, Structure and Evolution. In L. Trouche, G. Gueudet, & B. Pepin (Eds.), *The Resource Approach to Mathematics Education* (pp. 197–256). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20393-1_9
- Trouche, L. (2019). Evidencing Missing Resources of the Documentational Approach to Didactics. Toward Ten Programs of Research/Development for Enriching This Approach. In L. Trouche, G. Gueudet, & B. Pepin (Eds.), *The "resource" approach to Mathematics Education* (pp. 447–489). Springer, Cham https://doi.org/10.1007/978-3-030-20393-1_13
- Trouche, L., Gueudet, G., y Pepin, B. (2018). Open Educational Resources: A Chance for Opening Mathematics Teachers'

Resource Systems? In L. Fan, L. Trouche, C. Qim, S. Rezat, & J. Visnovska (Eds.), *Research on Mathematics Textbooks and Teachers' Resources* (pp. 3–27). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-73253-4_1

Trouche, L., Gueudet, G., Pepin, B., Salinas-Hernández, U., y Sacristán, A. (2020). *El enfoque documental de lo didáctico*. <https://bit.ly/3GaOyvZ>

Varela-Ordorica, S., y Valenzuela-González, J. (2020). Uso de las tecnologías de la información y la comunicación como competencia transversal en la formación inicial de docentes. *Revista Electrónica Educare*, 24(1). <https://doi.org/10.15359/ree.24-1.10>

Westbroek, H., De Vries, B., Walraven, A., Handelzalts, A., y McKenney, S. (2019). Teachers as co-designers: Scientific and colloquial evidence on teacher professional development and curriculum innovation. In *Collaborative Curriculum Design for Sustainable Innovation and Teacher Learning*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20062-6_3

Xavier, A., Ferreira, M, y Trouche, L. (2021). Uma análise da produção acadêmica a respeito da gênese documental entre 2012 y 2020. *Educação Matemática Pesquisa: Revista Do Programa de Estudos Pós-Graduados Em Educação Matemática*, 23(3), 339–361. <https://doi.org/10.23925/1983-3156.2021v23i3p339-361>