

Construcción colectiva de dimensiones que sustentan el diseño de recursos educativos abiertos en la enseñanza de las matemáticas

*Collective construction of dimensions that support the design of
open educational resources in the teaching of mathematics*

Noemí Gabriela Lara Sáenz • Teresa Ordaz Guzmán • René Montero Vargas

RESUMEN

En este artículo se exponen los hallazgos de una investigación de corte cualitativo que tiene como objetivo proponer dimensiones centrales para el diseño de recursos educativos abiertos destinados a mejorar el aprendizaje de las matemáticas en bachillerato. La muestra del estudio estuvo compuesta por 30 mujeres, de entre 16 y 17 años de edad, estudiantes de un bachillerato público, en la zona urbana del estado de Querétaro, México. Se recabaron sus voces, experiencias, emociones, creencias y patrones de sus procesos de aprendizaje en la asignatura de Matemáticas a través de dos instrumentos: la historia de vida y un cuestionario. La información obtenida se transcribió y categorizó para su análisis. Los resultados mostraron seis dimensiones a considerar en el proceso de diseño de los recursos educativos abiertos que giran principalmente en torno al uso de tecnologías en los procesos de formación y la evaluación del aprendizaje de las matemáticas. Estos hallazgos abren la posibilidad de diseñar recursos educativos desde las necesidades disciplinares en conjunto con las voces de las estudiantes.

Palabras clave: aprendizaje de las matemáticas, enseñanza de las matemáticas, estudiantes, práctica pedagógica, voz del alumnado.

ABSTRACT

This article presents the findings of qualitative research that aims to propose central dimensions for the design of open educational resources to improve the learning of mathematics in high school. The study sample was made up of 30 women, between 16 and 17 years old, students at a public high school, in the urban area of the State of Querétaro, Mexico. Their voices, experiences, emotions, beliefs, and patterns of their learning processes in mathematics were collected through two instruments: life history and a questionnaire. The information obtained was transcribed and categorized for analysis. The results showed six dimensions to consider in the design process of open educational resources that revolve mainly around the use of technologies in training processes, and the evaluation of mathematics learning. These findings open the possibility of designing educational resources based on disciplinary needs in conjunction with the students' voices.

Keywords: mathematics learning, mathematics teaching, students, pedagogical practice, student voice.

INTRODUCCIÓN

Las matemáticas configuran una de las disciplinas que forman parte del currículo oficial de la educación básica, y contribuyen con la formación personal y profesional del estudiantado (Lamana-Selva y De la Peña, 2018), en tanto ofrecen herramientas para el desarrollo del pensamiento crítico y creativo, así como de la resolución de problemas que integran el análisis, la identificación y el planteamiento de soluciones integradas a elementos de disciplinas y campos profesionales diversos para la comprensión y representación de fenómenos complejos (Ajisuksmo y Saputri, 2017).

Sin embargo, aunque pudiera pensarse que estas posibilidades supondrían múltiples estrategias para asegurar desarrollos académicos derivados de la enseñanza y el aprendizaje en el área, que podrían verse reflejados en un interés marcado por estudios superiores en áreas relativas al pensamiento matemático, los resultados que el estudiantado obtiene en procesos de evaluación de conocimientos y habilidades relacionadas con este tipo de pensamiento, específicamente en grupos de mujeres, coinciden en que a lo largo de la educación básica y media se mantiene una muy buena parte de estudiantes que enfrenta dificultades para la comprensión de los contenidos matemáticos y, en contraste, una minoría dentro de la comunidad estudiantil que logra comprenderlos con facilidad (García et al., 2020).

La amplia población con dificultades, o cierta reticencia, es la que busca la manera de evitar carreras que demanden un alto grado de dominio matemático (Martínez y Emynick, 2023), dato que coincide con el reporte que se hace a nivel nacional e internacional de las carreras profesionales con mayor demanda entre la población

Noemí Gabriela Lara Sáenz. Profesora de Tiempo Completo en la Universidad Autónoma de Querétaro, México. Es candidata a Doctora en Educación Multimodal. Su trabajo se centra en la educación matemática a través de la modelación y en la divulgación del enfoque STEAM. Ha desarrollado proyectos de investigación abordando estrategias innovadoras para la enseñanza de las matemáticas y la integración del enfoque STEAM en la educación. Sus publicaciones incluyen estudios sobre modelación matemática y metodologías para la enseñanza interdisciplinaria. Es integrante de la Red de Educación en STEAM, donde colabora en iniciativas de formación y divulgación científica. Correo electrónico: noemi.lara@uaq.mx. ID: <https://orcid.org/0000-0003-0559-8016>.

Teresa Ordaz Guzmán. Universidad Autónoma de Querétaro, México. Es licenciada en Psicología Educativa. Cuenta con una Maestría en Educación para la Ciudadanía y un Doctorado en Tecnología Educativa. Actualmente se desempeña como responsable del Centro de Investigación en Tecnología Educativa de la Facultad de Psicología y Educación. A lo largo de su trayectoria profesional ha participado en numerosos eventos académicos nacionales e internacionales, además de contar con diversas publicaciones de artículos y capítulos de libros. Asimismo ha liderado proyectos para la creación de materiales educativos innovadores, como MOOCs y e-books, en colaboración con diferentes instituciones. Correo electrónico: teresa.ordaz@uaq.mx. ID: <https://orcid.org/0000-0002-5594-467X>.

René Montero Vargas. Profesor-Investigador de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia de Colombia. Es Doctor en Ciencias en la especialidad de Investigaciones Educativas. Cuenta con más de 20 años de experiencia en educación y sus intereses giran en torno a los procesos educativos con mediaciones tecnológicas, lo cual ha configurado su campo de investigación. Correo electrónico: monterorene@gmail.com. ID: <https://orcid.org/0000-0003-0477-8971>.

femenina (Instituto Mexicano para la Competitividad [IMCO], 2022; Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 2017). En consecuencia, para pensar en el mejoramiento de estos resultados y la cualificación de las competencias y habilidades del pensamiento matemático en mujeres desde los niveles iniciales de educación, es posible considerar estrategias adicionales como el diseño de *recursos educativos abiertos* –REA– que complementen las prácticas de enseñanza de las matemáticas, de forma que el desarrollo de habilidades para razonar, investigar, cuestionar y reflexionar sobre los diferentes fenómenos que ocurren en el contexto social tenga un espacio más amplio (García-Mejía y García-Vera, 2020), orientado a la participación de las estudiantes en actividades situadas que permitan acercamientos a los contenidos y formas de acción disciplinares.

El desafío radica, por una parte, en superar las narrativas de la carencia que a menudo se asocian con los equipos docentes y, por la otra, en construir formas de diseño de recursos que vinculen las expectativas e intereses de la población a la cual se dirigen para lograr que su implementación didáctica y pedagógica pueda contribuir con la transformación de la práctica educativa. Esto implica asumir, problematizar, analizar y mejorar continuamente la enseñanza, tomando en consideración las expectativas e intereses de las estudiantes. Estas voces pueden ser fundamentales para construir ambientes de aprendizaje y recursos educativos que sean relevantes y efectivos para los procesos de enseñanza y aprendizaje.

En este proceso, una de las alternativas es considerar la integración de actividades de modelación matemática (Suárez, 2014), con las cuales sería factible iniciar la incorporación de enfoques STEAM –por sus siglas en inglés *Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics*–, que podrían favorecer los procesos de enseñanza y aprendizaje estimulando de manera intencional los métodos de investigación científica para el aprendizaje de nuevos conceptos en matemáticas, ciencias y tecnología (García-Fuentes et al., 2023; Yakman y Lee, 2012); esto es, avanzar en el diseño de estrategias didácticas que le permitan al estudiantado transitar por escenarios de aprendizaje donde puedan movilizar conocimientos desde una perspectiva multidisciplinaria basada en la realidad (Yakman, 2012); así como promover el uso de recursos tecnológicos para dinamizar el pensamiento lógico, crítico y dinámico (Carvajal et al., 2019; Ramón y Vilchez, 2019; Vera et al., 2020), articulado con prácticas educativas en las que se vinculen formas de construcción colectiva de conocimientos y procedimientos disciplinares.

Con base en estas intenciones, los REA ofrecen oportunidades para procesar, distribuir y usar la información a través de las tecnologías de la información y la comunicación –TIC– con propósitos educativos. Los REA son recursos y materiales educativos que se ponen a disposición del estudiantado en internet, bajo licencias libres para la producción, distribución y uso en comunidades educativas en todos los niveles de enseñanza. Kılıçkaya y Kic-Drgas (2021) señalan que este tipo de materiales pueden fortalecer la relación entre contexto y contenido, siempre que la

selección de los recursos que los integran se haga de manera intencionada pedagógica y didácticamente, sobre la base de procesos de indagación que orienten la búsqueda de alternativas que satisfagan los objetivos de aprendizaje.

En suma, se propone que abordar el rezago educativo referente al aprendizaje de las matemáticas, específicamente en grupos de mujeres que cursan el nivel medio superior, complementario a pensar en el diseño de estrategias para fomentar aprendizajes multidisciplinares y contextualizados que podrían apoyarse en la modelación matemática con elementos del enfoque STEAM articulados con el uso de recursos tecnológicos, mayormente estandarizados, para movilizar actividades, conocimientos y posibilidades de interacción en el aprendizaje de las matemáticas, pueden suponer una estrategia amplia para disminuir las percepciones de dificultad que muchas estudiantes construyen sobre las matemáticas.

STEAM, modelación y tecnologías

La intención de señalar la modelación matemática como estrategia didáctica factible para el diseño de ambientes y recursos de aprendizaje se sustenta en la posibilidad que tiene para proponer situaciones de aprendizaje (Blum y Leiß, 2007) que articulan elementos del pensamiento lógico matemático en situaciones sociales concretas, situaciones que, por una parte, promueven el desarrollo de habilidades diversas que pueden recrearse en múltiples contextos (Hallström y Schönborn, 2019) y, por la otra, se centran en prácticas auténticas como base para la articulación disciplinar y el desarrollo de procesos comunicativos y argumentativos en el marco del conocimiento matemático (Uribe et al., 2021).

Esta relación entre STEAM y el carácter auténtico de las tareas pone de manifiesto el carácter multidisciplinar de las matemáticas y su potencial para la promoción de procesos argumentativos, como parte de la formación en competencias comunicativas (Solar et al., 2021) y de procesos de análisis en torno al manejo del contenido matemático representado en la comprensión de algoritmos y conceptos.

Si bien contar con tareas auténticas y asumir la integración disciplinar de propuestas como STEAM puede ofrecer alternativas importantes para la construcción de pensamiento y conocimiento lógico matemático (Prat y Sellas, 2021; Zambrano, 2017), la experiencia de muchos profesores que imparten esta asignatura señala que un factor importante en nuestros tiempos tiene que ver con el uso de herramientas y recursos tecnológicos para potenciar el manejo, conocimiento de formas de acción y comprensión propias de la matemática (George, 2020).

Esta articulación requiere procesos de discusión y reflexión en los que los equipos docentes debatan las posibilidades y limitaciones tecnológicas, más allá de discursos deterministas, en el marco del diseño pedagógico y didáctico donde se encuentra la posibilidad de generar acciones e interacciones intencionadas en el uso mismo de los

recursos (García-González y Solano-Suarez, 2020), con un aporte consecuente en términos de la construcción de procesos de aprendizaje, a partir de pequeños proyectos que se vayan resolviendo de manera secuencial con la exploración de los contenidos disciplinares en situaciones concretas (Mondragón y Moreno, 2020). Sin embargo, para lograr estas apuestas puede ser importante contar con diagnósticos que den cuenta de las expectativas e intereses de los grupos con los que se vaya a interactuar.

En virtud de lo expuesto, esta investigación busca ofrecer elementos para el debate frente a cuestionamientos como “¿cuáles son las necesidades que las estudiantes expresan para afianzar el aprendizaje de las matemáticas?” y “¿cómo incorporar esas necesidades en un recurso digital que permita movilizar la construcción de conocimientos en matemáticas?”.

METODOLOGÍA

Esta investigación se llevó a cabo utilizando un enfoque cualitativo centrado en el análisis de las narrativas del estudiantado. Para realizarla se contó con la participación de 30 mujeres, estudiantes de quinto semestre de un bachillerato público mexicano, de tipo propedéutico, con edades entre 16 y 17 años. Para lograr el objetivo de esta investigación a cada estudiante se le pidió que construyera un documento denominado “historia de vida” y que completara un cuestionario elaborado con preguntas abiertas y cerradas, como se muestra a continuación.

Historia de vida

Con este texto se buscó recabar información en torno a motivaciones, intereses, percepciones, dificultades y experiencias de las estudiantes durante su proceso de aprendizaje de las matemáticas. Para construir este instrumento se tuvieron en cuenta las fases que Sanmartín (2003) señala (observar –para delimitar los objetivos y elaboración de la guía de trabajo–, escuchar –donde se lleva a cabo la aplicación del instrumento–, comparar –donde se realiza una exploración inicial de los datos– y escribir –donde se presenta la historia de vida–), y se concretaron en las orientaciones que se registran en la Figura 1.

Figura 1

Formato del instrumento historia de vida aplicado a las estudiantes

<i>Nombre:</i>	<i>Grupo:</i>
<p>Instrucciones: <i>A mano escribe un relato acerca de la relación que tienes con las matemáticas, explica cuáles son tus expectativas con esta asignatura, tu experiencia con el aprendizaje de esta materia a lo largo de la preparatoria, tu relación con ella, si eres hábil, cómo has logrado aprender los contenidos que has visto en tu estancia en la prepa, quién o qué influye para hacerlas más amenas y aprenderlas mejor, etc. Usa los cuestionamientos anteriores para tu escrito y, si consideras necesario, puedes agregar otras experiencias que consideres importantes.</i></p>	

Fuente: Elaboración propia.

Las estudiantes contaron con 50 minutos para elaborar el texto de la historia de vida. Previo al inicio de la sesión se socializaron las instrucciones para elaborar el texto, como una forma de resolver dudas frente a la actividad, sin embargo, también se abrió un espacio para preguntas, a fin de evitar confusiones.

Cuestionario

Este instrumento se diseñó para ofrecer datos complementarios a las narrativas de las estudiantes en las historias de vida, esto es, recopilar datos puntuales sobre aspectos del desarrollo educativo en el área de matemáticas, comparar respuestas entre instrumentos y establecer puntos precisos de información, de modo que al combinar ambos instrumentos se obtuviera una visión más enriquecedora de las voces de las estudiantes. El cuestionario tenía preguntas abiertas, cerradas y escalas Likert.

Es importante mencionar que el instrumento contó con la validación de un comité conformado por un grupo de tres expertos, cuya trayectoria se caracteriza por una larga experiencia en la enseñanza de las matemáticas, de evaluación, uso de tecnología en los procesos de enseñanza-aprendizaje e investigación.

El cuestionario se dividió en cuatro secciones. La primera incluyó preguntas para identificar posibilidades de las estudiantes para aprender matemáticas; en la segunda se formularon preguntas para reconocer experiencias pedagógicas en el aprendizaje de las matemáticas que las estudiantes hubieran tenido en compañía del cuerpo docente de esta asignatura; la tercera involucró preguntas en torno a la vivencia y contacto con las tecnologías para aprender matemáticas dentro y fuera del aula, y la cuarta consistió en preguntas para identificar a modo de autoevaluación la competencia matemática adquirida a lo largo de su trayectoria académica.

Tratamiento de los datos

Los datos cualitativos que resultaron de la aplicación de los instrumentos permitieron un acercamiento a las preguntas de investigación y revelaron matices adicionales que complementaron la interpretación de la información (Hernández et al., 2014). Cada uno de los documentos fue revisado para identificar categorías a partir de encuentros y desencuentros en la información, transcribir los fragmentos alusivos a cada categoría y, posteriormente, reintegrar los textos para dar un sentido global a los datos (Echeverría, 2005).

Los datos se organizaron en una hoja de Excel en la cual se ubicaron las ideas centrales del texto narrado proporcionado por las estudiantes, rescatando expresiones relevantes para ampliar el problema de investigación. Cada oración se descompuso en pequeñas frases (Gee, 2011), las cuales fueron interpretadas para construir dimensiones

categoriales que dentro de la investigación tomaron fuerza y se fueron consolidando como categorías de análisis, ejemplo de esto se muestra en la Figura 2.

Figura 2
Trabajo con los datos

CÓDIGO	EL TEXTO EMPIEZA EN LÍNEA	TEXTO	CATEGORÍA/DESCRIPTOR (PRIMERA MIRADA)
E1	3	No le entendí al profesor, pero buscaba videos de "Julio profe" y ya entendía un poco más	Frase completa
E1	3	No le entendí al profesor	Dificultad de aprendizaje
E1		pero buscaba videos de "Julio profe"	Aprendizaje autodirigido
E1		y ya entendía un poco más	Actividad
E1	9	Amo las matemáticas, siempre se me facilitaron en escuelas anteriores y siento que es como otro idioma en el que soy excelente	Frase completa
E1		Amo las matemáticas	Gusto/afinidad/afecto
E1		siempre se me facilitaron en escuelas anteriores	Habilidad
E1		siento que es como otro idioma en el que soy excelente	Habilidad
E1	11	Me aplico mucho pues mi futuro serán puras matemáticas	Frase completa
E1		Me aplico mucho	Participación activa
E1		pues mi futuro serán puras matemáticas	Utilidad de las matemáticas
E1	16	Soy muy buena hasta para enseñar	Frase completa
E1		Soy muy buena hasta para enseñar	Participación activa
E1	21	Espero seguir amándolas y no terminar odiándolas por algunos profesores en el futuro	Frase completa
E1		Espero seguir amándolas	Gusto/afinidad/afecto
E1		no terminar odiándolas por algunos profesores en el futuro	Calidad del profesorado
E2	3	Durante mi vida académica las matemáticas han sido una especie de carga ya que no soy hábil para ellas	Frase completa
E2		Durante mi vida académica las matemáticas han sido una especie de carga	Dificultad de aprendizaje
E2		ya que no soy hábil para ellas	No habilidad
E2	5	Los contenidos los he aprendido ayudándome de videos o de otras personas que tengan el tiempo y la paciencia de explicarme	Frase completa
E2		Los contenidos los he aprendido ayudándome de videos	Recursos con tecnología
E2		o de otras personas	Trabajo colaborativo
E2		que tengan el tiempo y la paciencia de explicarme	Expresión
E2	7	Creo que el o la maestra que te enseñe influye mucho en el aprendizaje, porque si el docente hace tediosa o aburrida la materia los estudiantes no la encontrarán interesante	Frase completa
E2		Creo que el o la maestra que te enseñe influye mucho en el aprendizaje,	Calidad del profesorado
E2		porque si el docente hace tediosa o aburrida la materia	Estrategias didácticas del docente
E2		los estudiantes no la encontrarán interesante	Motivación
E3	3	La asignatura me da miedo suele ser la materia que más se reprueba y de las más complejas	Frase completa
E3		La asignatura me da miedo	Miedo/Ansiedad/
E3		suele ser la materia que más se reprueba	Resultados académicos
E3		y de las más complejas	Resultados académicos
E3	7	Siempre me ha dado pena preguntar	Frase completa
E3		Siempre me ha dado pena preguntar	Comunicación en el aula

Fuente: Elaboración propia.

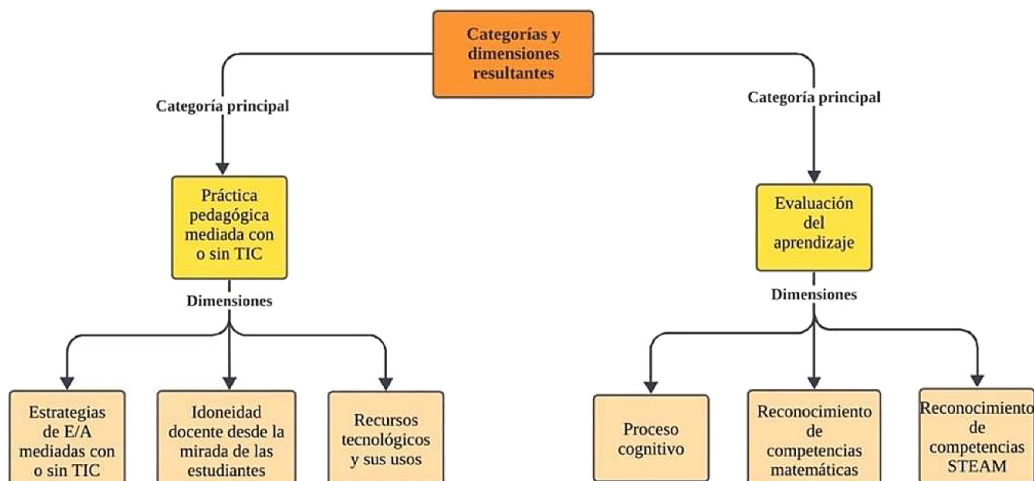
Este ejercicio permitió identificar cuando menos seis elementos centrales en los datos de las estudiantes: (1) estrategias de enseñanza-aprendizaje mediadas con o sin TIC, (2) idoneidad docente desde la mirada de las estudiantes, (3) recursos tecnológicos y sus usos, (4) proceso cognitivo, (5) reconocimiento de competencias matemáticas y (6) reconocimiento de competencias STEAM. Cada uno de ellos configuró una categoría analítica que posteriormente tomó forma como dimensión de diseño de REA, las cuales se presentarán en detalle en la siguiente sección.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El ejercicio metodológico arrojó seis elementos comunes entre las informantes, que dieron lugar a las dimensiones que se presentan en la Figura 3.

No obstante, dada la afinidad entre los datos encontrados en las dimensiones 4 y 5 se tomó la decisión de unificarlas en una que se denominó *Construcción y reconocimiento de competencias matemáticas*.

Figura 3
Categorías y dimensiones obtenidas



Fuente: Elaboración propia.

Dimensión 1: Estrategias de enseñanza-aprendizaje mediadas con o sin TIC

Un aspecto común en los datos que reportan las estudiantes tiene que ver con encontrar una forma en que las estrategias de enseñanza implementadas por el profesorado motiven el aprendizaje. De acuerdo con ellas, un factor importante al momento de sus clases se refiere a las estrategias que sus profesores vinculan, ya que “si el docente hace tediosa o aburrida la materia los estudiantes no la encontrarán interesante” (E2).

Expresiones como esta, que fueron comunes en las historias de vida de las estudiantes, implican que hay una cierta tendencia a pensar que la responsabilidad del proceso de enseñanza-aprendizaje y lo interesante o aburrido recae únicamente en el docente, lo que de alguna manera puede sugerir un cierto abandono de las estudiantes frente a la posibilidad que tienen de buscar formas de complementar lo trabajado en sus sesiones de clases.

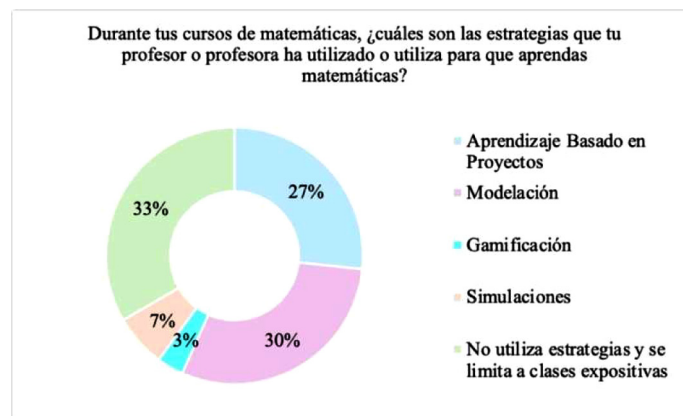
De ahí que considerar que los REA se piensen desde estrategias que vinculen un papel propositivo de las estudiantes puede ser central al momento de diseñar este tipo de recursos, evitando actividades repetitivas que son comunes en las prácticas, como lo señala una estudiante al mencionar que su problema radicaba en que su docente “solo dejaba mil ejercicios” (E14), y evitando también que el profesorado delegue en el recurso la responsabilidad de orientar, tal como indicó otra de las estudiantes que tuvo dificultades con las matemáticas porque su docente “dejaba muchas actividades y solo leía el pdf del material” (E3). Estas percepciones de las estudiantes frente a lo que vivieron en algunos momentos de su proceso de aprendizaje de las matemáticas dejan ver qué aspectos, como el uso excesivo de ejercicios o las tareas extensas, pueden ser desmotivadores entre el estudiantado (Castillo-Sánchez et al., 2020).

Si bien las estudiantes hablaron en general sobre sus experiencias escolares en la historia de vida, fue difícil encontrar expresiones que mostraran algún papel más activo en términos de la selección de las actividades o de las formas de organización en el aula, situación que da lugar a reflexionar y debatir sobre la participación del estudiantado frente a estas acciones, más cuando se habla de procesos de enseñanza de las matemáticas desde posiciones pedagógicas que trascienden lo puramente expositivo o la sola transmisión de conocimientos y proponen giros hacia alternativas adicionales al manejo excesivo de ejercicios, las tareas de repetición o la lectura aislada de documentos relativos a los temas que se van a abordar en el aula (Mercado, 2020).

Sin embargo, esta mirada de las estudiantes contrasta con la diversidad de estrategias que ellas mismas reportaron en el cuestionario, como puede verse en la Figura 4.

Figura 4

Estrategias didácticas usadas en clase de matemáticas



Fuente: Elaboración propia.

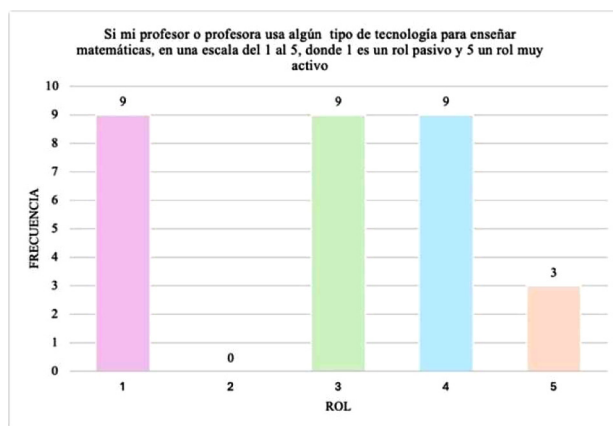
Si bien afirmaron en sus historias de vida que experimentaron estrategias didácticas centradas en la repetición y la revisión de documentos de manera independiente, también dejaron ver que sus docentes emplearon estrategias adicionales, lo que da cuenta de que es posible que la dificultad no radique en el tipo de estrategia sino más bien en la forma en que se piense su articulación con las dinámicas de las clases para avanzar en la apropiación de conceptos, desarrollar habilidades sólidas y fomentar el interés que beneficie a la comunidad (Cázares et al., 2020).

Esta correlación entre los datos de las historias de vida y los cuestionarios fueron trazando líneas para identificar que las estrategias didácticas, digitales o no, representan un espacio de discusión importante al momento de considerar las formas de interacción en las aulas y los recursos que se puedan diseñar; esto es, comprender que no todas las estrategias resultan efectivas en todas las situaciones de enseñanza y aprendizaje.

En cuanto al uso de tecnologías, los resultados del cuestionario reforzaron esta idea del debate didáctico en tanto mostraron que, aún bajo el uso de recursos digitales, existen prácticas de enseñanza en las que las estudiantes solo reciben información o se limitan a observar el manejo que el profesorado puede hacer del recurso. En la Figura 5 resulta evidente que el uso de tecnología para la enseñanza de las matemáticas no implica de forma automática una mejora de los procesos de enseñanza, ya que la manera en que se usan los recursos no depende solamente de la herramienta en sí, sino que implica las creencias y los modelos didácticos del profesorado que las adopta (Faulder, 2011; Jimoyiannis, 2010, citados en López et al., 2020), así como la familiaridad que las estudiantes tienen con el uso de dispositivos tecnológicos, la disposición y actitud frente a su uso, las habilidades en el manejo de estas y las experiencias construidas al usarlas como herramientas de aprendizaje.

Figura 5

Interacción de la tecnología en clase de matemáticas



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del cuestionario muestran también que debe indagarse con mayor detalle el tipo de recurso que se usa en las prácticas de enseñanza. Es posible que las estudiantes hagan referencia a tipos distintos de recursos de acuerdo con lo que han vivido en su experiencia educativa. Si bien la pregunta se formuló de manera abierta sobre el uso de tecnología, es posible que haya recursos que por su naturaleza son demostrativos y se vinculan en las aulas para apoyar ejercicios de exposición o presentación de contenidos, lo cual es parte necesaria del proceso formativo.

Como se señaló, el uso de algunos dispositivos es una oportunidad para transformar las interacciones dentro del aula, pero también pueden conservar enfoques pedagógicos imperantes, donde es el profesorado el que usa la herramienta digital y el estudiantado el que observa para luego replicar las indicaciones impartidas en la clase (Liu, 2011; Straub, 2009, citados en López et al., 2020).

En suma, la pasividad que reportan las estudiantes abre una discusión frente a la importancia de vincular recursos que contengan actividades que permitan a las estudiantes involucrarse y manipular la tecnología para desarrollar habilidades y pensamiento crítico, sin dejar de lado espacios de revisión de contenidos puntuales o de atención a explicaciones que ayuden a resolver dudas sobre aquello que se aborda, aspecto que da lugar a la siguiente dimensión, entendiendo que buena parte de los logros que se puedan alcanzar desde la interacción con el profesorado tiene que ver con la formación disciplinar pedagógica y didáctica con que cuenten (Gómez et al., 2019).

Dimensión 2: Idoneidad docente desde la mirada de las estudiantes

Si bien la dimensión anterior posicionó la necesidad de volver la mirada sobre las estrategias de enseñanza, digitales o no, también abrió un cuestionamiento por el profesorado en términos del tipo de interacción que las estudiantes esperan lograr. Ellas comparten la idea de que los docentes deben tener conocimientos y habilidades didáctico-pedagógicas para la enseñanza de las matemáticas. En sus narrativas coinciden en señalar aspectos como que “el o la maestra que te enseñe influye mucho en el aprendizaje” (E2), esto es, que el tipo de docente con quien se encuentren puede llegar a ser determinante en la forma en que se pueda, o no, aprender algún contenido matemático.

Si se considera con detenimiento, esta situación da cuenta de que las estudiantes ya ven que el ejercicio educativo trasciende el solo manejo de contenidos y vincula también actitudes personales que pueden hacer que haya, o no, empatía con algunos profesores más que con otros (Gamboa y Moreira-Mora, 2017). En general fue frecuente encontrar en las historias de vida que las estudiantes indicaran que las prácticas docentes podrían ser la base de procesos de aprendizaje agradables para ellas; en uno de los casos una estudiante indicó que la enseñanza de la matemática se le facilitaba ya que “cuando me lo enseñan bien es muy divertido” (E5). Aunque aquello que la estudiante considera “enseñar bien” puede tener matices de acuerdo con su percepción y de alguna manera tiene que ver con las expectativas que cada una tiene frente a las matemáticas.

Estas expectativas también incluyen una cierta forma de docente ideal, lo que se deja ver en expresiones como las de una estudiante que señala que “tal vez nada pesadas las mates son en parte por los profesores” (E12). Al igual que en la dimensión anterior, el papel docente es central en ese caso.

Las historias de vida fueron coincidentes en que hay expectativas de contar con personas docentes que puedan ofrecer alternativas que permitan explicaciones que les satisfagan; una de las estudiantes escribió que en su experiencia “la maestra explica de una manera excelente” (E13), y con ello dejó ver que en ese momento tuvo expectativas que fueron atendidas por su maestra. Quizá lo que esa estudiante considera una

explicación “excelente” tenga que ver con una combinación de formas y estrategias para resolver inquietudes y acompañar el proceso formativo, pero sin duda, se refiere a todo el ejercicio pedagógico y didáctico que esa maestra pudo poner a disposición de sus estudiantes.

Fragmentos como estos dan cuenta de la importancia que ellas le otorgan a las habilidades del cuerpo docente para establecer formas de interacción disciplinar. Es posible que maestras y maestros se valgan de herramientas y estrategias diversas para lograr lo que ellas denominan “explicar bien”. De ahí que la disposición tanto personal como disciplinar, pedagógica y didáctica del profesorado resulta ser un elemento contundente al momento de pensar en el diseño de REA, ya que el contenido, organización y forma en que maestras y maestros puedan abordar los recursos educativos de cara a vincular a las estudiantes en su propio proceso de formación resulta ser determinante en las experiencias de aprendizaje de las matemáticas, de acuerdo con los datos que las estudiantes incluyeron en sus historias de vida.

En contraste con la dimensión anterior, en esta oportunidad hubo una cierta forma de aceptación con los ejercicios repetitivos, condicionada al acompañamiento docente en la comprobación y corrección de estos, pues coincidieron en señalar que era necesario “siempre tener confirmación acerca de si lo estoy haciendo bien o no” (E4), ya que, según ellas, este proceso cercano con sus docentes les ayudaba a tener confianza y seguridad en los procedimientos o propuestas de solución, valorando acciones del profesorado como “resolver las dudas” (E5) y “que me corrija” (E7), expresiones que muestran que cuando el estudiantado recibe orientación por parte del profesorado puede construir mejores formas de autorregulación en sus procesos de aprendizaje (Díaz et al., 2017).

Sin embargo, aunque las estudiantes posicionan el acompañamiento docente como un elemento central para el aprendizaje de las matemáticas, también dejaron ver la necesidad de contar con acompañamiento pertinente y permanente. Una de las estudiantes indicó que “en ocasiones me quedaba con muchas dudas” (E3); esta expresión marcó un llamado hacia el diseño de recursos con actividades y espacios de retroalimentación. Es decir, que es fundamental que las actividades que se incluyen en un determinado recurso contemplen también los espacios necesarios para la retroalimentación (Recio et al., 2021) y el trabajo colectivo en torno a los resultados que se vayan obteniendo o a los procedimientos que se vayan desarrollando.

Sin embargo, a pesar de que fuera posible pensar en que el acompañamiento docente pudiera resolver en gran medida las dificultades en los procesos de aprendizaje, las estudiantes también asumieron cierta responsabilidad en sus procesos con expresiones como que “no tenemos la seguridad de preguntarle al profesor o profesora” (E10).

Esta posición de las estudiantes da lugar a su participación dentro de los procesos de aprendizaje, ellas asumen que también es posible que algo de los fallos o situaciones por mejorar tuvo que ver con que no pudieron establecer mecanismos de diálogo con

sus docentes, por temas personales más que con asuntos disciplinares o atribuibles a sus docentes, situación que quizá podría resolverse en parte si se vinculan en el proceso de diseño de los recursos escuchando sus requerimientos y expectativas, como se propone en esta investigación.

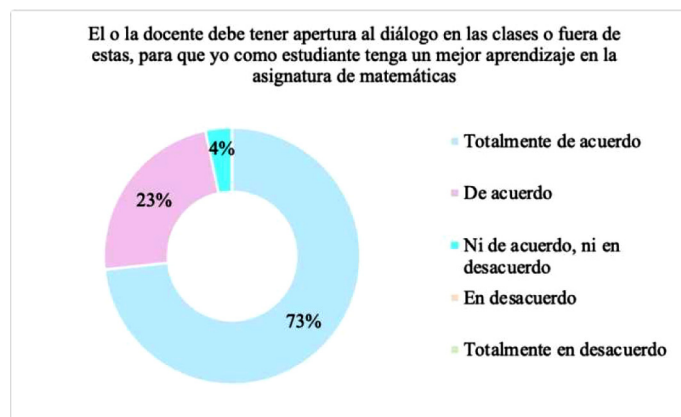
Más aún si se trata del diseño de REA, donde la estudiante puede encontrarse sola al momento de desarrollar actividades y requerir momentos posteriores para resolverlas, o contar con espacios dentro de los mismos recursos que les permitan resolver inquietudes generales que surgen al momento de desarrollar las actividades, o dejar cuestionamientos más complejos para los momentos de encuentro con sus docentes.

Según Larios et al. (2012), la interacción social entre el profesorado y el estudiantado es fundamental para el aprendizaje de las matemáticas, así como el uso de estrategias metacognitivas y el desarrollo de tareas, situación que se evidencia en los datos de la investigación donde las estudiantes indican que “ha sido de mucha ayuda el acompañamiento durante la prepa por parte de mis maestras” (E12) o que buscan en sus docentes que “me haga sentir confianza para preguntarle dudas” (E7).

En suma, esta interacción de la que hablan las estudiantes puede darse a través de lo que se llama *andamiaje* (Van de Pol et al., 2010), donde el profesorado puede implementar acciones como a) motivar al estudiante durante el desarrollo de una tarea matemática, b) mantener el interés en el estudiantado por resolver la tarea, c) acompañar al estudiantado en el manejo y control de la frustración tras intentar una actividad y no lograrla (Wood et al., 1976).

Aunque los datos de las historias de vida mostraron la percepción de las estudiantes frente a la idoneidad de sus profesores en los aspectos ya señalados, el cuestionario también incluyó indagaciones al respecto. En la Figura 6 se muestra la posición de las estudiantes frente a contar con docentes que tengan apertura al diálogo en sus interacciones.

Figura 6
Apertura al diálogo por parte del docente



Fuente: Elaboración propia.

Los datos de la Figura 6 dan cuenta de una percepción generalizada en las estudiantes frente a que la disposición de sus docentes es central para lograr buenos resultados, lo cual da cuenta de la forma en que las estudiantes reconocen una relación entre el diálogo y el aprendizaje. La pregunta tenía esta relación explícita. A las estudiantes se les dijo que la apertura al diálogo tenía un fin particular, el de que hubiera un mejor proceso de aprendizaje de las matemáticas. Con ello se buscó evidenciar si las estudiantes reconocían esta forma de dependencia directa para proponer que esa interacción docente-estudiante no se puede perder ni reemplazar (Martínez-Maldonado et al., 2019).

Específicamente en el caso de los REA, es de considerar que más allá de ejercicios autodirigidos o actividades mecánicas en plataformas se requiere de espacios de interacción mediados por tecnología donde haya participación permanente entre docentes y estudiantes con intercambios o momentos de discusión en los que haya debates académicos y construcción de explicaciones y contenidos de manera colectiva.

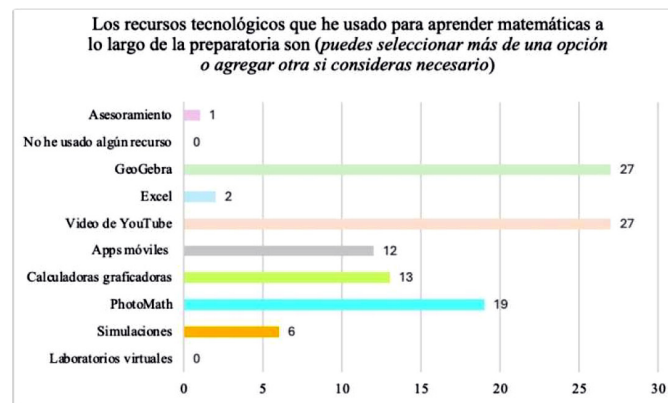
Como se ha venido mencionando, la literatura académica (Solar et al., 2022) y los datos de la investigación coinciden en esta percepción sobre la necesidad de contar con docentes que abran los espacios para el intercambio de dudas y la solución de estas en ambientes de tranquilidad y confianza. Ahora bien, pensar en que esta interacción no solo sea en espacios físicos como en las aulas, sino que estos aspectos relacionados con la interacción, la disposición al diálogo y la diversidad de estrategias didácticas puedan integrarse en el diseño de REA donde se haga uso de recursos digitales conocidos y utilizados por las estudiantes, es un elemento central dada la cantidad de recursos que se vienen empleando para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en la educación básica y secundaria (León y Heredia, 2020).

Dimensión 3: Recursos tecnológicos y sus usos

Otra dimensión que reporta la investigación se refiere al uso de los recursos tecnológicos que se implementan en las actividades de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. De acuerdo con los resultados reportados por las estudiantes en los cuestionarios, se identificó que, además de los recursos que los docentes vinculan en las aulas, las estudiantes acceden a apoyos digitales que buscan por sus propios medios (ver Figura 7).

Los más frecuentes corresponden a GeoGebra, YouTube y aplicaciones en línea para resolver ejercicios algorítmicos como PhotoMath. En el caso de YouTube, se trata de una herramienta importante para las estudiantes, pues, según su experiencia, permite comprender contenidos matemáticos vistos en clases regulares; las estudiantes manifiestan que “si no le entendí al profesor, buscaba videos de «Julio profe» y ya entendía un poco más” (E1), lo que de alguna manera denota la necesidad de explicaciones más profundas de los temas una vez que se inicia el desarrollo de ejercicios.

Figura 7
Recursos digitales usados por las estudiantes



Fuente: Elaboración propia.

En otros casos, las estudiantes dieron a entender que las clases en el aula de matemáticas podían ofrecer algunos elementos centrales para su comprensión pero que era necesario tener espacios adicionales para aclaraciones, como lo manifestó una de ellas, “los contenidos los he aprendido ayudándome de videos” (E2). Esta necesidad de aclaración o profundización de las explicaciones se suple con videos en los que hay demostraciones específicas de un mismo tema, estos videos se traducen en más sesiones de trabajo, pero ahora de alguna manera personalizadas, ya que cada estudiante busca las fuentes que más se acomoden a sus necesidades y que le resulten más sencillas para comprender.

Lo anterior implica que los videos pueden integrarse al diseño de REA pensando en que su diseño contemple los objetivos de aprendizaje y aquellos elementos multimedia y de contenido matemático que ayuden a resolver dudas con múltiples perspectivas sobre un mismo tema, para responder al requerimiento que expresaron las estudiantes cuando señalaron que “las clases interactivas de alguna manera te refuerzan al aprender las cosas” (E5).

El uso de este tipo de recursos puede deberse, en parte, a las potencialidades que ofrecen en cuanto a espacios de interacción y explicación frente a problemas relacionados con ecuaciones algebraicas, o para representar y manipular objetos matemáticos (López et al., 2020), de ahí que aplicaciones como GeoGebra o PhotoMath fueran mencionadas en el cuestionario, ya que son recursos que ayudan a resolver de manera inmediata ejercicios que pueden resultar difíciles para las estudiantes.

Sin embargo, llama la atención que los laboratorios virtuales, simuladores e incluso las sesiones de asesoramiento mediante alguna plataforma, resultaron ser los recursos menos utilizados. Es posible que esto se deba a que las sesiones de clase se entienden como espacios de trabajo con los docentes para comprender temas, comprobar y resolver ejercicios, o hacer repasos de estos, pero se trata de espacios

terminados y limitados, enmarcados en un espacio y tiempo específico, mientras que los recursos que ellas indicaron se encuentran disponibles en cualquier momento y pueden acompañar los procesos tantas veces como la estudiante pueda requerirlo.

En consecuencia, y siguiendo las propuestas de George (2020), pensar en el uso de recursos digitales en las prácticas educativas puede suponer la integración de herramientas dirigidas a cualificar los procesos de formación, lo que refuerza la idea que una de las estudiantes señala al mencionar que se deben “buscar formas variadas de aprendizaje y aplicarlas una a una y así cada alumno entenderá el tema con su técnica” (E6). De ahí que el diseño de REA debe cuidar su pertinencia y profundidad para ampliar opciones de búsqueda de información y explicación, al tiempo de evitar imprecisiones en los procedimientos y avanzar en el fortalecimiento de aquello que interesa dentro de los procesos formativos, como los objetivos de aprendizaje incluidos en el currículo de matemáticas.

Dimensión 4 y 5: Construcción y reconocimiento de competencias matemáticas

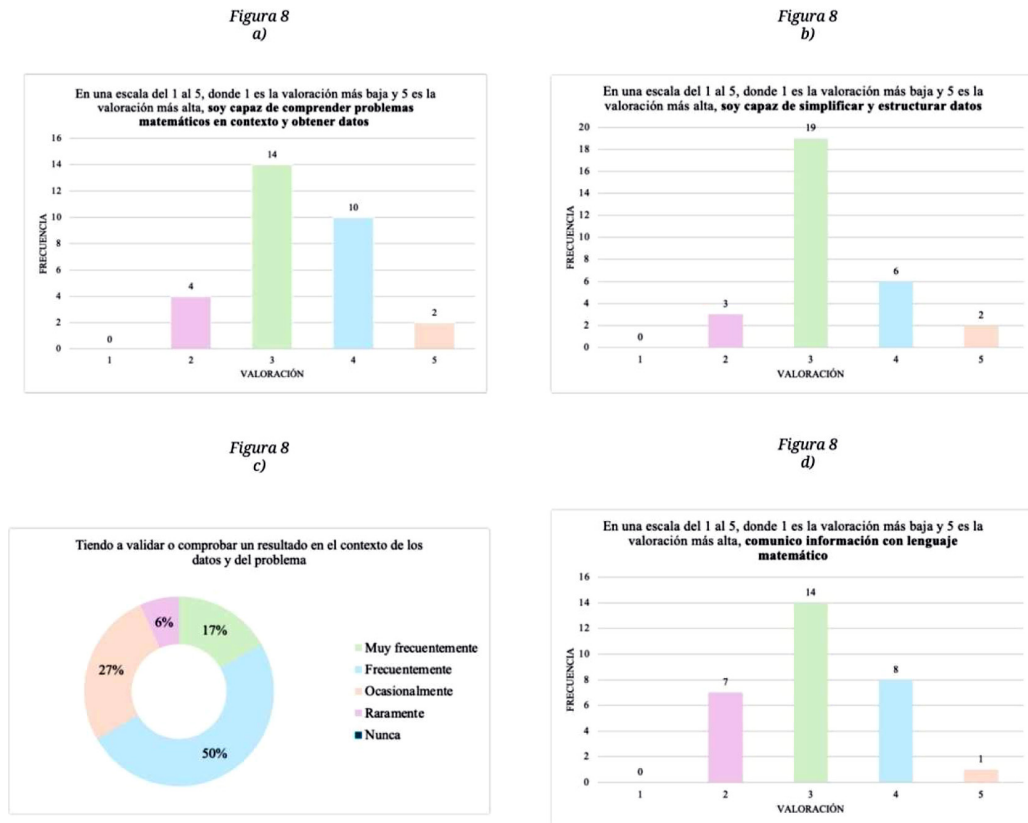
Una sección del cuestionario que se usó para obtener los datos incluía elementos del ciclo de modelación propuesto por Blum y Leiß (2007), los cuales corresponden a: comprender problemas, simplificar/estructurar, matematizar, trabajo matemático, interpretación, validación y presentación. Se hizo intencionalmente por considerar que estos elementos podían ofrecer algunas ideas sobre las formas en que las estudiantes consideraban que podrían construir competencias matemáticas en sus procesos de formación.

Se preguntó a las estudiantes la valoración que tienen respecto de los elementos del ciclo de modelación y las competencias matemáticas. Si bien las estudiantes no declaran tener una buena comprensión de situaciones problema en matemáticas, sí señalan tener algunas habilidades para ello (ver Figura 8 *a*), como afirma una estudiante al decir que “con ver el procedimiento me basta para comprender la solución de diversos problemas” (E13) o mencionar el interés hacia problemas matemáticos puesto que su análisis tiene “que ver con la lógica” (E15).

De estos resultados deriva considerar que el planteamiento de problemas en un REA propicie vivencias cercanas con la matemática y el entorno y que además respondan a las habilidades que se pretende desarrollar, de modo que se genere una contextualización activa y significativa que les permita tener una mayor habilidad para la comprensión de problemas y la obtención de datos (Chavarría-Arroyo y Albanese, 2021).

Los datos muestran que la interpretación de problemas y el análisis de estos para identificar información son aspectos que requieren atención al momento de diseñar estrategias de enseñanza de las matemáticas. Si bien la percepción de las estudian-

Figura 8
Competencias matemáticas desde la perspectiva de las estudiantes



Fuente: Elaboración propia.

tes en los cuestionarios resulta ser poco específica, llama la atención que ninguna asume un desconocimiento total. Es posible que esta situación pueda mejorarse con un ejercicio de diálogo más profundo en el cual se identifiquen las dificultades puntuales que las estudiantes pueden tener con la resolución de problemas, ejemplo de ello puede ser lo que señala una estudiante, “todo el tiempo necesito estar viendo los procedimientos para poder comprender los temas” (E7), lo que implica que en el recurso pueden incluirse espacios que ayuden a las estudiantes a volver sobre el análisis y evitar este tipo de dificultades.

Otro aspecto relacionado con el anterior tiene que ver con la posibilidad de las estudiantes para manejar los datos que se les brindan. En la Figura 8 b) puede observarse que predomina una valoración neutral en cuanto a considerarse capaces de simplificar y estructurar datos.

A pesar de esto, es importante que dentro del diseño de REA se promueva el trabajo de la simplificación y el manejo de datos a través de estrategias didácticas que promuevan un trabajo de identificación, recolección y manejo de estos desde diferentes representaciones matemáticas (Molina-Mora, 2017), de modo que permita a

las estudiantes percibir un dominio más sólido referente a este aspecto que es crucial en matemáticas; experiencia de ello la señala una estudiante al usar un recurso digital que le permite “ver gráficamente lo explicado analíticamente” (E22).

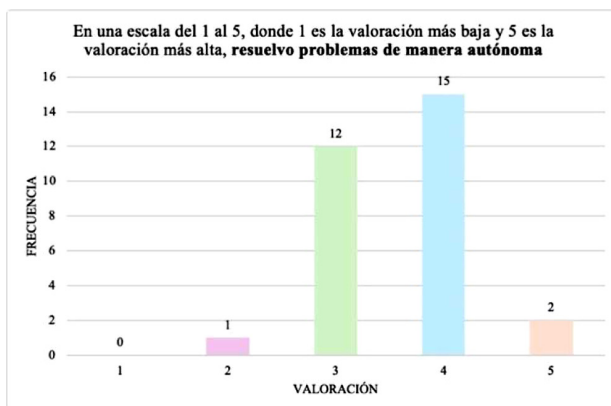
En la Figura 8 *c* se observa que las estudiantes tienden a confirmar los resultados que obtienen en los procedimientos, situación que refuerza la idea de contar con estrategias que permitan volver sobre lo realizado, desarrollar actividades con distintas formas de manejar los datos o incluir espacios que permitan validar resultados en el contexto de las situaciones problema que se les presentan, y con ello generar espacios dialógicos entre pares que ayuden a fortalecer otras habilidades como la comunicación de resultados con lenguaje matemático.

Respecto a la comunicación de ideas en lenguaje matemático, se reconoce como área de oportunidad, como se observa en la Figura 8 *d*, ya que de las estudiantes entrevistadas se reconoce que existe alguna dificultad para desarrollar de manera sólida esta habilidad. En ese sentido, se considera que dentro del diseño de recursos se vinculen experiencias que ayuden a las estudiantes a fortalecer esta competencia al generar espacios que propicien actividades que impliquen “hablarlas con alguien más para entenderlas yo” (E12).

La autovaloración respecto a resolver problemas de manera autónoma es alta (ver Figura 9), esto último se relaciona con una práctica que tiene que ver con la forma en que se aprende matemáticas: “me sirve mucho la práctica” (E4), o la manera en que las clases tradicionalmente se encuentran estructuradas: “la manera en la que yo aprendo los ejercicios es haciendo muchos de ellos” (E10), es decir, la repetición constante de algoritmos: “la técnica más fácil de aprender es con mucha práctica” (E11).

Figura 9

Solución de problemas de manera autónoma



Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, es importante cuestionar que eso no necesariamente es aprender matemáticas, ya que, como señalan Moreano et al. (2008), cuando el estudiantado

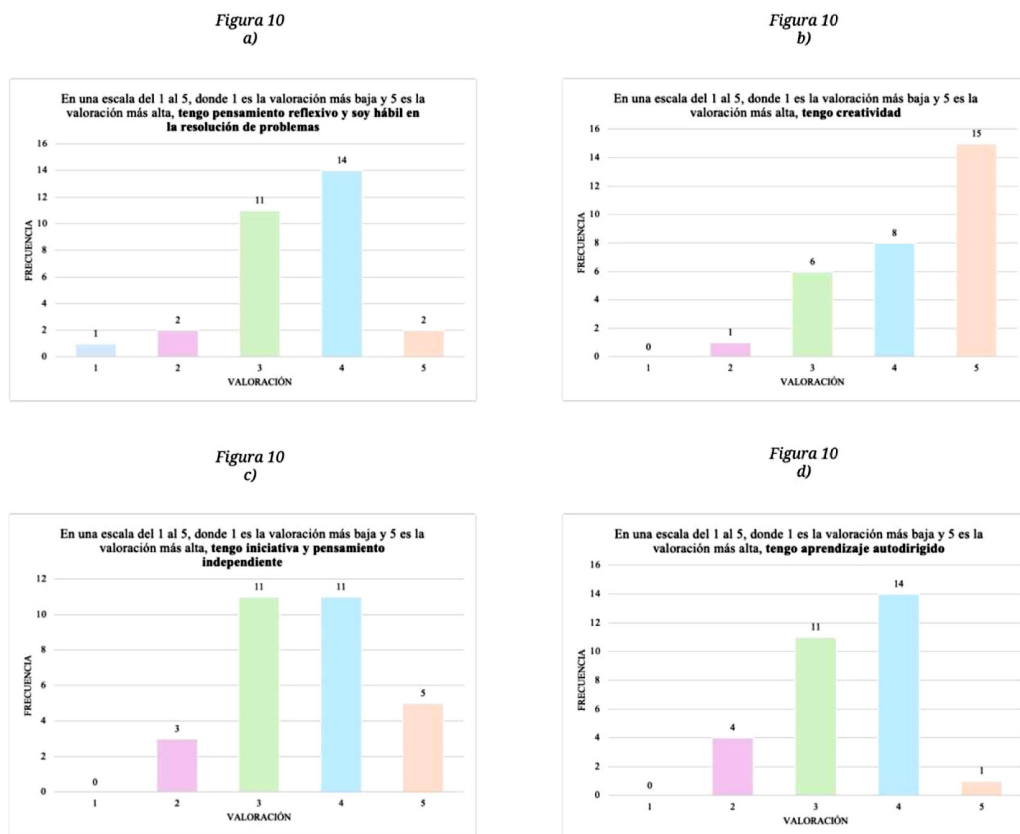
realiza prácticas repetitivas no podrán desarrollar destrezas o habilidades matemáticas como el análisis, el razonamiento, la toma de decisiones, etc., sino que solo podrán aprender ciertos procedimientos de memoria o por repetición.

De aquí la importancia de considerar estrategias de enseñanza, como la modelación matemática y el uso de REA, que ayuden a las estudiantes a movilizar diferentes habilidades, e integrar en estos espacios el uso de herramientas tecnológicas que propicien otras habilidades relacionadas con el manejo de la tecnología y las competencias digitales.

Dimensión 6: Reconocimiento de competencias STEAM

Se toma como referencia la valoración personal que las estudiantes tienen en cuanto a las competencias STEAM. Las competencias se obtuvieron del enfoque STEAM (Sánchez, 2019) y los resultados muestran que hay un desempeño medio-alto desarrollado por las estudiantes desde su percepción. Algunas dimensiones de estas competencias indican que hay áreas que se pueden aprovechar debido a las capacidades de las estudiantes (ver Figura 10), tal es el caso del pensamiento reflexivo, la creatividad, la iniciativa y el aprendizaje autodirigido.

Figura 10
Competencias STEAM desde la percepción de las estudiantes



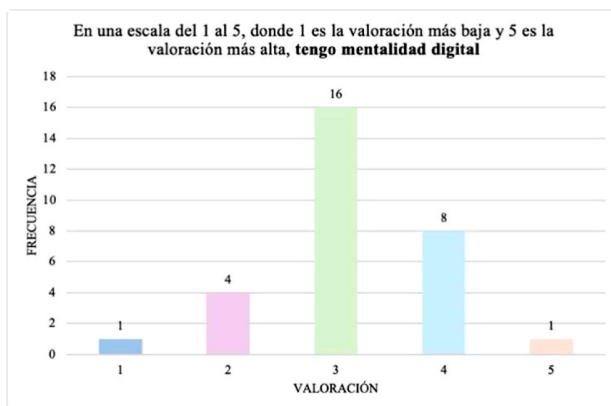
Fuente: Elaboración propia.

Ejemplo de ello lo señalan un par de estudiantes: “me sentí bien por el aprendizaje autónomo que logré desarrollar” (E6), “he logrado aprender los contenidos que he visto en matemáticas más que nada de forma autodidacta” (E11), esto se correlaciona con las dimensiones anteriores y además deja ver, por un lado, que las estrategias de enseñanza implementadas no son lo suficientemente sólidas para atraer la atención completa de las estudiantes, orillándolas a buscar sus propias formas de aprendizaje, lo cual implica que para el diseño de REA se busque la manera de fortalecer estas habilidades que, sin duda, reflejan autonomía en el proceso de aprender.

De acuerdo con Casado y Checa-Romero (2023), la creación de escenarios colaborativos genera en el estudiantado suficiente autonomía para trabajar de forma libre la solución de problemas, fortaleciendo con ello la creatividad, la imaginación y el trabajo colaborativo. Estas habilidades se destacan por parte de la percepción de las estudiantes y, en ese sentido, son habilidades que bien pueden ser aprovechadas y estimuladas a través de actividades que sean originales, dinámicas y articuladas con tecnología para hacer de ellas algo que resulte más atractivo y de ese modo propiciar el desarrollo de competencias y mentalidad digital, lo cual es un área de oportunidad que las estudiantes reconocen dentro de su formación (ver Figura 11).

Figura 11

Valoración personal de mentalidad digital



Fuente: Elaboración propia.

Si bien a las estudiantes no se les explicó antes del cuestionario lo que implicaba tener una *mentalidad digital*, esta pregunta buscaba proponer un contraste entre lo que habían declarado en sus historias de vida con respecto a los componentes de dicha mentalidad y sus experiencias educativas. De acuerdo con Sánchez (2019), las competencias relacionadas con la mentalidad digital se encuentran centralizadas en el uso y conocimiento de la tecnología, en el sentido de entender y saber utilizar los recursos tecnológicos, como lo señalan las estudiantes al mencionar que implementan el pen-

samiento digital para “aprender de mis errores o procedimientos que se me hacen complejos y no recuerdo” (E10), “para ver gráficamente lo explicado analíticamente” (E22) o para “retroalimentación porque cuando surgen dudas trato de investigar más sobre el tema” (E30), es decir, engloba habilidades o actitudes que posibilitan el uso adecuado de los dispositivos, redes y *software* digitales para acceder a información, comunicar, gestionar, crear y compartir contenidos, aprender e incluso desarrollarse como individuos, lo que implica aprender nuevas habilidades y adaptarse a los cambios. A pesar de que las estudiantes mantienen una postura mayormente neutral ante esta competencia, resulta prudente pensar en potenciar esta habilidad a través de la gestión y diseño de recursos que involucren las habilidades que se mencionaron.

CONCLUSIONES

Esta investigación mostró la necesidad de volver la mirada a los procesos de diseño pedagógico y didáctico de REA desde la perspectiva del diálogo entre actores que forman parte del proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, es decir, las estudiantes, los materiales, el profesorado, la tecnología, etc.

Por otro lado, esta investigación reveló la importancia del diagnóstico para el diseño de recursos digitales en clase de matemáticas, ya que a partir de la participación de las estudiantes se pudo reconocer sus expectativas en torno a las posibilidades y limitantes que han encontrado en el uso de recursos durante sus procesos de formación. En ese sentido, la investigación considera la voz de las estudiantes como un enfoque metodológico válido para explorar diferentes aspectos que proporcionen la mayor información posible, pues de ello depende la adecuación y pertinencia de los recursos a diseñar, así como el establecimiento de prácticas que permitan escuchar y procesar activamente las necesidades de las estudiantes y reconocerlas como sujetos válidos, tanto en su dimensión personal como académica, para generar prácticas que impacten en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas (Figueroa-Céspedes et al., 2023).

Por ahora, los resultados obtenidos, a través de las seis dimensiones descritas anteriormente, muestran aquellos elementos necesarios para el diseño de REA, a fin de atender las áreas de oportunidad en el aprendizaje de las matemáticas y posicionar el uso de recursos y dispositivos tecnológicos como mediadores del proceso de aprendizaje, sin dejar de lado el papel propositivo de las estudiantes para la selección y diseño de actividades que cumplan sus expectativas, al tiempo de utilizar elementos pre-desarrollados para fortalecer la relación que existe entre aprendizaje y contexto, repensando las prácticas docentes y proponiendo alternativas que reconozcan necesidades, expectativas e intereses del estudiantado para con ello disminuir las percepciones de dificultad que las estudiantes construyen sobre las matemáticas y fortalecer su aprendizaje a través de otros recursos como los digitales.

REFERENCIAS

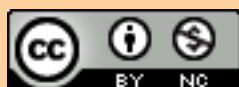
- Ajisuksmo, C. R. P., y Saputri, G. R. (2017). The influence of attitudes towards mathematics, and metacognitive awareness on mathematics achievements. *Creative Education*, 8, 486-497. <https://doi.org/10.4236/ce.2017.83037>
- Blum, W., y Leiß, D. (2007). How do students and teachers deal with modelling problems? En C. Haines, P. Galbraith, W. Blum y S. Khan (eds.), *Mathematical modelling* (pp. 222-231). Woodhead Publishing.
- Carvajal Peraza, L. J., Covarrubias Santillán, J. M., González Zúñiga, J. d. J., y Uriza Peraza, J. J. (2019). Uso de tecnología en el aprendizaje de matemáticas universitarias. *RITI Journal*, 7(13), 77-82. <https://riti.es/index.php/riti/article/view/125>
- Casado Fernández, R., y Checa-Romero, M. (2023). Creatividad, pensamiento crítico y trabajo en equipo en educación primaria: un enfoque interdisciplinar a través de proyectos STEAM. *Revista Complutense de Educación*, 34(3), 629-640. <https://doi.org/10.5209/rced.79861>
- Castillo-Sánchez, M., Gamboa-Araya, R., e Hidalgo-Mora, R. (2020). Factores que influyen en la deserción y reprobación de estudiantes de un curso universitario de matemáticas. *Uniciencia*, 34(1), 219-245. <https://doi.org/10.15359/ru.34-1.13>
- Cázares Balderas, M. d. J., Alfonso Páez, D., y Pérez Martínez, M. G. (2020). Discusión teórica sobre las prácticas docentes como mediadoras para potencializar estrategias metacognitivas en la solución de tareas matemáticas. *Educación Matemática*, 32(1), 221-240. <https://doi.org/10.24844/EM3201.10>
- Chavarría-Arroyo, G., y Albanese, V. (2021). Problemas matemáticos en el caso de un currículo: análisis con base en el contexto y en la contextualización. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, 19, 39-54. <https://doi.org/10.35763/aiem.v0i19.359>
- Díaz Mujica, A., Pérez Villalobos, M. V., González-Pienda, J. A., y Núñez Pérez, J. C. (2017). Impacto de un entrenamiento en aprendizaje autorregulado en estudiantes universitarios. *Perfiles Educativos*, 39(157), 87-104. <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2017.157.58442>
- Echeverría Gálvez, G. (2005). *Análisis cualitativo por categorías*. Universidad Academia de Humanismo Cristiano.
- Figuroa-Céspedes, I., Navarrete Becerra, L., y Dufraix, I. (2023). ¿Qué interacciones pedagógicas ofrecen los “buenos profesores”? una mirada desde la voz del estudiantado. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 14, e1621. https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v14i0.1621
- Gamboa Araya, R., y Moreira-Mora, T. E. (2017). Actitudes y creencias hacia las matemáticas: un estudio comparativo entre estudiantes y profesores. *Actualidades Investigativas en Educación*, 17(1). <https://doi.org/10.15517/aie.v17i1.27473>
- García González, M. d. S., Cortés Ortega, J., y Rodríguez Vásquez, F. M. (2020). “Aprender matemáticas es resolver problemas”: creencias de estudiantes de bachillerato acerca de las matemáticas. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 11, e726. https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v11i0.726
- García-Fuentes, O., Raposo-Rivas, M., y Martínez-Figueira, M. E. (2023). El enfoque educativo STEAM: una revisión de la literatura. *Revista Complutense de Educación*, 34(1), 191-202. <https://doi.org/10.5209/rced.77261>
- García-González, L. A., y Solano-Suarez, A. (2020). Enseñanza de la matemática mediada por la tecnología. *EduSol*, 20(70), 84-99. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-80912020000100084
- García-Mejía, R. O., y García-Vera, C. E. (2020). Metodología STEAM y su uso en matemáticas para estudiantes de bachillerato en tiempo de pandemia Covid-19. *Dominio de las Ciencias*, 6(2), 163-180. <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/1212>
- Gee, J. P. (2011). *An introduction to discourse analysis. Theory and method*. Routledge.
- George Reyes, C. E. (2020). Reducción de obstáculos de aprendizaje en matemáticas con el uso de las TIC. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 11, e697. https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v11i0.697
- Gómez Vahos, L. E., Muriel Muñoz, L. E., y Londoño-Vásquez, D. A. (2019). El papel del docente para el logro de un aprendizaje significativo apoyado en las TIC. *Encuentros*, 17(2), 118-131. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=476661510011>

- Hallström, J., y Schönborn, K. J. (2019). Models and modelling for authentic STEM education: Reinforcing the argument. *International Journal of STEM Education*, 6(22), 1-10. <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0178-z>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., Baptista Lucio, M. d. P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
- IMCO [Instituto Mexicano para la Competitividad] (2022). *La selección de carrera profesional profundiza las desigualdades entre hombres y mujeres en el mercado laboral*. <https://imco.org.mx/la-seleccion-de-carrera-profesional>
- Kılıçkaya, F., y Kic-Drgas, J. (2021). Issues of context and design in OER (open educational resources). *Educational Technology Research and Development*, 69, 401-405. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09852-8>
- Lamana-Selva, M. T., y De la Peña, C. (2018). Rendimiento académico en matemáticas: relación con creatividad y estilos de afrontamiento. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 23(79), 1075-1092. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-66662018000401075&script=sci_arttext
- Larios Osorio, V., Font Moll, V., Giménez Rodríguez, J., y Díaz Barriga Casales, A. (2012). Teaching practices research as a source to develop training programs for mathematics teachers. En B. Di Paola y J. Díez-Palmar (eds.), *Quaderni di Ricerca in Didattica (Mathematics)* (pp. 284-287). CIEAEM.
- León Pereira, C. C., y Heredia Escoza, Y. (2020). Uso de los recursos educativos abiertos en matemáticas para la formación integral de estudiantes de grado séptimo de educación básica secundaria. *Panorama*, 14(26). <https://doi.org/10.15765/pnrm.v14i26.1481>
- López Simó, V., Couso Lagarón, D., y Simarro Rodríguez, C. (2020). Educación STEM en y para un mundo digital: el papel de las herramientas digitales en el desempeño de prácticas científicas, ingenieriles y matemáticas. *Revista de Educación a Distancia*, 20(62). <https://doi.org/10.6018/RED.410011>
- Martínez Soto, A. F., y Emynick Cervantes, C. (2023). El contenido matemático como factor de elección de fase de especialización de bachillerato y carrera universitaria en los alumnos de la Preparatoria Antonio Rosales de la Universidad Autónoma de Sinaloa. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(1), 4460-4489. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i1.583>
- Martínez-Maldonado, P., Armengol Asparó, C., y Muñoz Moreno, J. L. (2019). Interacciones en el aula desde prácticas pedagógicas efectivas. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 18(36), 55-74. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=243158860003>
- Mercado Sánchez, G. A. (2020). Las matemáticas en los tiempos del Coronavirus. *Educación Matemática*, 32(1), 7-10. <https://doi.org/10.24844/EM3201.01>
- Molina-Mora, J. A. (2017). Experiencia de modelación matemática como estrategia didáctica para la enseñanza de tópicos de cálculo. *Uniciencia*, 31(2), 19. <https://doi.org/10.15359/ru.31-2.2>
- Mondragón Beltrán, E. A. A., y Moreno Reyes, H. (2020). Revisión del concepto de buenas prácticas educativas que integran tecnologías digitales en el nivel superior: enfoques para su detección y documentación. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 11, e916. https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v11i0.916
- Moreano, G., Asmad, U., Cruz, G., y Cuglievan, G. (2008). Concepciones sobre la enseñanza de matemática en docentes de primaria de escuelas estatales. *Revista de Psicología*, 26(2). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337829507005>
- Prat Moratons, M., y Sellas Ayats, I. (2021). STEAM en educación infantil. Una visión desde las matemáticas. *Didacticae*, 10, 8-20. <https://doi.org/10.1344/did.2021.10.8-20>
- Ramón, J. A., y Vilchez, J. (2019). Tecnología étnico-digital: recursos didácticos convergentes en el desarrollo de competencias matemáticas en los estudiantes de zona rural. *Información Tecnológica*, 30(3), 257-268. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000300257>
- Recio Mayorga, J., Gutiérrez-Esteban, P., y Suárez-Guerrero, C. (2021). Recursos educativos abiertos en comunidades virtuales docentes. *Apertura*, 13(1), 101-117. <https://doi.org/10.32870/Ap.v13n1.1921>
- Sánchez Ludeña, E. (2019). La educación STEAM y la cultura maker. *Padres y Maestros*, 379, 45-51. <https://doi.org/10.14422/pym.i379.y2019.008>
- Sanmartín, R. (2003). Observar, escuchar, comparar, escribir. La práctica de la investigación cualitativa. *Anthropologica del Departamento de Ciencias Sociales*,

- 23(23), 181-187. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=88636913010>
- Solar Bezmalinovic, H., Goizueta, M., y Howard Montaner, S. (2022). Emergencia de patrones de interacción al promover la argumentación en el aula de matemáticas. *Educación Matemática*, 34(3), 132-162. <https://doi.org/10.24844/EM3403.05>
- Solar, H., Aravena, M., Ortiz, A., y Goizueta, M. (2021). Caracterización de la argumentación y metacognición en tareas de modelación en el aula de matemáticas. En Á. Figueroa, G. Meza, M. Moya, S. Navarrete, M. Silva y A. Quiroz (eds.), *Actas XXIV JNEM* (pp. 76-80). SOCHIEM, EEMIE-UCSH.
- Suárez Téllez, L. (2014). *Modelación-graficación para la matemática escolar*. Díaz de Santos.
- UNESCO [Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura] (2017). *Cracking the code: Girls' and women's education in science, technology, engineering and mathematics (STEM)*. UNESCO. <https://doi.org/10.54675/QYHK2407>
- Uribe Olivares, N. D., Ocampo Romero, Z. M., Ulloa Ibarra, J. T., y Hernández Ruíz, J. L. (2021). La modelación como recurso para la transversalidad con base en simuladores virtuales. *Matemáticas, Ingeniería y Ciencias Ambientales*, 4(8), 93-104. <https://revistamica.com/index.php/mica/article/view/56>
- Van de Pol, J., Volman, M., y Beishuizen, J. (2010). Scaffolding in teacher-student interaction: A decade of research. *Educational Psychology Review*, 22, 271-296. <https://doi.org/10.1007/s10648-010-9127-6>
- Vera Velázquez, R., Maldonado Zúñiga, K., Del Valle Holguín, W. J., y Valdés Tamayo, P. (2020). Motivación de los estudiantes hacia el uso de la tecnología para el aprendizaje de las matemáticas. *Revista Sinapsis*, 1(16). <https://doi.org/10.37117/s.v1i16.246>
- Wood, D., Bruner, J. S., y Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17(2), 89-100. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1976.tb00381.x>
- Yakman, G. (2012). Recognizing the in STEM education. *Middle Ground*, 16(1). <https://www.proquest.com/scholarly-journals/recognizing-stem-education/docview/1282862756/se-2>
- Yakman, G., y Lee, H. (2012). Exploring the exemplary STEAM education in the U.S. as a practical educational framework for Korea. *Journal of The Korean Association For Science Education*, 32(6), 1072-1086. <https://doi.org/10.14697/jkase.2012.32.6.1072>
- Zambrano Cruz, K. J. (2017). Fortalecimiento de las matemáticas a través de las STEAM en la Tecnoacademia de Neiva. *Revista Ciencias Humanas*, 14, 39-52. <https://revistas.usb.edu.co/index.php/CienciasHumanas/article/view/3796/2985>

Cómo citar este artículo:

Lara Sáenz, N. G., Ordaz Guzmán, T., y Montero Vargas, R. (2025). Construcción colectiva de dimensiones que sustentan el diseño de recursos educativos abiertos en la enseñanza de las matemáticas. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 15, e2184. https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v16i0.2184



Todos los contenidos de *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH* se publican bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional, y pueden ser usados gratuitamente para fines no comerciales, dando los créditos a los autores y a la revista, como lo establece la licencia.