

RECIBIDO: 21 DE NOVIEMBRE, 2024 REVISADO: ENERO, 2025 ACEPTADO: 10 DE FEBRERO, 2025

# DESARROLLO DE COMPETENCIAS STEAM A TRAVÉS DEL USO DE RECURSOS EDUCATIVOS ABIERTOS APLICADOS EN LA ASIGNATURA DE MATEMÁTICAS

*DEVELOPMENT OF STEAM COMPETENCIES THROUGH  
THE USE OF OPEN EDUCATIONAL RESOURCES APPLIED  
IN THE SUBJECT OF MATHEMATICS*

**MDM. Noemí Gabriela Lara Sáenz**

Maestra en Didáctica de las Matemáticas  
noemi.lara@uaq.mx

**ORCID:** 0000-0003-0559-8016

## RESUMEN

En este artículo se exponen los hallazgos de una investigación de corte cualitativo que tiene como objetivo identificar habilidades y competencias STEAM cuando un grupo de estudiantes hace uso de un Recurso Educativo Abierto articulado con modelación matemática. 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 las experiencias de sus procesos de aprendizaje a través de instrumentos de autoevaluación como rúbricas y listas de cotejo vinculados a las actividades propuestas en el recurso educativo. La información obtenida se transcribió y categorizó para su análisis, los resultados mostraron un total de once dimensiones que hacen referencia a las habilidades y competencias STEAM que se desarrollan como estrategia para solventar diferentes problemáticas contenidas en el recurso digital. Estos resultados abren la posibilidad de diseñar Recursos Educativos Abiertos para potencializar habilidades e intereses por áreas afines al enfoque STEAM.

**Palabras claves:** Competencias; Estudiantes; Práctica pedagógica; Voz del alumnado

## ABSTRACT

*This article presents the findings of a qualitative research that aims to identify STEAM skills and competencies when a group of students uses an Open Educational Resource articulated with mathematical modeling. The study sample was made up of 30 women, between 16 and 17 years old, students of a public high school, in the urban area of the State of Querétaro, Mexico. The experiences of their learning processes were collected through self-assessment instruments such as rubrics and checklists linked to the activities proposed in the educational resource. The information obtained was transcribed and categorized for analysis, the results showed a total of eleven dimensions that refer to the STEAM skills and competencies that are developed as a strategy to solve different problems contained in the digital resource. These results open the possibility of designing Open Educational Resources to enhance skills and interests in areas related to the STEAM approach.*

**Key Words:** Competencies; Pedagogical practice; Students; Student voice

## INTRODUCCIÓN

La agenda 2030 para el desarrollo sostenible busca avanzar hacia una sociedad más justa al proponer la incorporación de más jóvenes, particularmente mujeres, a campos profesionales relacionados con la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas considerando el enfoque STEAM como el vehículo para alcanzar dichos objetivos (Silva-Hormazábal & Alsina, 2023). De acuerdo con López Quintero et al. (2024), la incorporación de la educación STEAM en los niveles básicos de educación garantizan la elección y el desarrollo profesional del estudiantado, esto significa que el enfoque apoya el desarrollo de habilidades tecnológicas y sociales que son cada vez más importantes en el mundo globalizado.

Por otro lado, las matemáticas configuran una de las disciplinas que forman parte del currículo oficial de la educación básica, ya que contribuyen con la formación personal y profesional del estudiantado (Lamana-Selva & De-

La-Peña, 2018), en tanto ofrezcan herramientas para el desarrollo del pensamiento crítico y creativo, así como de la resolución de problemas que integren 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 & Saputri, 2017). Además, es una herramienta crucial para el enfoque STEAM pues de acuerdo con Yakman (2012), hay una relación intrínseca entre estas áreas del conocimiento pues la ciencia y tecnología son interpretadas a través de la ingeniería y las artes, basándose principalmente en elementos matemáticos.

Con esta consideración, el uso de las matemáticas representa una importante herramienta dentro del enfoque, sin embargo, los resultados de investigación de diferentes organismos nacionales e internacionales (IMCO, 2022; UNESCO, 2017) apuntan a que éstas representan para la población femenina un desafío en los niveles básicos de



educación. No obstante, este desafío puede reducirse aumentando la participación de las jóvenes estudiantes en actividades que estén alineadas con el enfoque STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) a través de la propuesta de actividades que otorguen la importancia del uso de las matemáticas en experiencias escolares donde sea posible desarrollar o potencializar competencias, habilidades e intereses que son fundamentales para estas áreas del conocimiento y que son necesarias en el contexto de los cambios generados por la globalización.

En este sentido, Farias-Escalera y Escalón Portilla (2022), señalan que es importante brindar más estímulo al estudiantado desde edades tempranas para aumentar la atracción e inclinación hacia estas áreas del conocimiento, especialmente entre las niñas y mujeres jóvenes. Lo anterior, se vincula con la propuesta de C. Chen et al. (2024), quienes mencionan que los docentes y sus métodos de enseñanza son parte importante de la experiencia reflejada en los contenidos de enseñanza y las actividades de aprendizaje, pues están íntimamente relacionados con la motivación del estudiantado especialmente si las prácticas de enseñanza promueven un aprendizaje positivo y atractivo que facilite la interacción de las y los estudiantes con el desarrollo de proyectos que fomenten la creatividad y la confianza en la ciencia, mientras se construyen saberes a través del aprendizaje activo. De este modo si el docente ofrece propuestas didácticas en las que se visualicen las conexiones que existen entre las áreas STEAM, se promoverá que el estudiantado adquiera gusto por estas áreas, las cuales son fundamentales para el desarrollo social (Rodrigues-Silva et al., 2023).

Por tanto, el objetivo de esta investigación es identificar aquellas competencias y habilidades STEAM que mujeres estudiantes desarrollan cuando trabajan actividades contenidas en un Recurso Educativo Abierto que integra la modelación matemática como enfoque pedagógico en el contexto de la asignatura de Cálculo Diferencial e Integral en bachillerato.

## FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### COMPETENCIAS Y HABILIDADES EN EL ENFOQUE STEAM

Respecto al tema de competencias articuladas al enfoque STEAM, de acuerdo con el Diario Oficial de La Unión Europea (2018), la competencia transversal se define como una combinación dinámica de conocimientos, habilidades y actitudes que el estudiantado necesita para ser exitoso a lo largo de la vida y que requiere desarrollar desde una edad temprana. Para el caso de México, las competencias transversales o genéricas se definen como aquellas que movilizan conocimientos, habilidades y actitudes y que son puestas en práctica en la dimensión personal y profesional, además, se entiende que al ser transversal cubre todos los perfiles del estudiantado (Vargas Leyva, 2008) envolviendo en gran medida a la mayoría de los cursos que integran el currículo en un programa educativo (Valenzuela González et al., 2016).

Sánchez Ludeña (2019), realiza una clasificación de las competencias relacionadas al enfoque STEAM y señala las dimensiones de cada una de ellas de acuerdo con las competencias transversales definidas por la Unión Europea y la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOM-CE) y describe la competencia STEAM y las dimensiones que la componen, como se observa en la tabla 1.

Las dimensiones que definen a las competencias del enfoque STEAM (ver tabla 1) resultan cruciales para este estudio, pues fueron una referencia para el diseño y desarrollo de la propuesta del Recurso Educativo Abierto (REA) articulado con modelación matemáticas. El diseño específico de este recurso digital tuvo como interés principal movilizar en las estudiantes al desarrollo de las dimensiones que conforman el enfoque STEAM, ya que, como se ha señalado anteriormente estas dimensiones resultan cruciales para la integración de las estudiantes en campos del conocimiento relacionadas con STEAM considerado como

**Tabla 1**

Dimensiones para las competencias STEAM

Competencias STEAM	Dimensiones
Autonomía y emprendimiento	Aprender a aprender Autonomía y desarrollo personal Emprendimiento
Colaboración y comunicación	Expresión y comunicación Trabajo colaborativo
Conocimiento y uso de la tecnología	Cultura tecnológica Uso de productos tecnológicos
Creatividad e innovación	Resolver de forma original o imaginativa
Diseño y fabricación de productos	Diseño Fabricación Planificación y gestión
Pensamiento crítico	Pensamiento lógico Pensamiento sistémico
Resolución de problemas	Obtención y tratamiento de la información Pensamiento computacional Proceso de resolución de problemas

Fuente: Tomado de Sánchez Ludeña (2019)

el medio que permite proporcionar contextos genuinos que articulan diferentes áreas del conocimiento (Moore et al., 2014; Yakman & Lee, 2012) particularmente matemáticas.

## METODOLOGÍA

Este trabajo de investigación surge del diseño y aplicación de un REA articulado con modelación matemática. Este REA se aplicó en la asignatura de Cálculo Diferencial e Integral, el REA se conformó por tres módulos de trabajo. Los objetivos de aprendizaje de cada módulo, así como las actividades propuestas, estuvieron enmarcados en tres temáticas diferentes que colocaron a las estudiantes participantes en escenarios relacionados con la ingeniería, la importancia de los datos y la salud.

Cabe aclarar que el diseño del REA surgió de un diagnóstico de intervención en el que se reconocieron las voces de las estudiantes como elemento fundamental para su diseño y contenido, además, la construcción del recurso educativo estuvo acompañado por un equipo de trabajo conformado por una diseñadora instruccional, un equipo multimedia y un equipo de programación que trabajó para la creación y montaje del recurso en la plataforma Moodle del Centro de Investigación en Tecnología Educativa (CITE).

El REA propuesto, se aplicó en los meses de noviembre a diciembre del año 2023. Se contó con la participación de 30 mujeres, estudiantes con edades entre 16 y 17 años, de quinto semestre de un bachillerato público, mexicano, de tipo propedéutico. Esta investigación se llevó a cabo utilizando un enfoque cualitativo centrado en el análisis

de las narrativas del estudiantado a través de la reflexión y contraste de las respuestas contenidas en los instrumentos de autoevaluación incluidos en el REA y definidos por rúbricas y listas de cotejo que evaluaron cada actividad propuesta.

## TRATAMIENTO DE LOS DATOS

Los datos cualitativos que resultaron de la aplicación de los instrumentos de autoevaluación permitieron un acercamiento al objetivo de investigación y revelaron tintes que permitieron llevar a cabo la interpretación de la información (Hernández Sampieri et al, 2014). Cada una de las observaciones y comentarios que las estudiantes realizaron en los instrumentos de autoevaluación (rúbricas y listas de cotejo) se revisaron para identificar categorías a partir de encuentros y desencuentros en la información, como parte del proceso de análisis de datos, se transcribieron los fragmentos alusivos a cada categoría y, posteriormente se reintegraron los textos para dar un sentido global a los datos (Echeverría, 2005).

Los datos fueron organizados en una hoja de Excel, donde se ubicaron las ideas centrales de los comentarios que las estudiantes escribieron sobre su autovaloración

de acuerdo con los instrumentos de evaluación propuestos en el REA. Cada oración de estas ideas se descompuso en pequeñas frases (Gee, 2011), las cuales fueron clasificadas en descriptores que en un inicio tuvieron como referencia los indicadores propuestos en los instrumentos de evaluación y las competencias del enfoque STEAM (Sánchez Ludeña, 2019) que fueron tomadas como referencia para esta investigación.

Sin embargo, conforme se avanzó en el análisis de las frases de las estudiantes, surgieron descriptores emergentes que inicialmente no se tenían considerados pues no encajaban en los indicadores ni en las competencias. Bajo esta condición, se optó por dar una segunda mirada a los datos, de modo que a partir de la reflexión y el análisis de estos surgieron descriptores que enriquecieron aún más los resultados de esta investigación.

Ejemplo del análisis metodológico que se llevó a cabo puede verse en la figura 1, en ella, las dos columnas finales corresponden a los dos análisis que se realizaron y que permitieron llegar a elementos comunes que dan sustento a los resultados del trabajo de investigación.

Inicialmente los descriptores encontrados para cada módulo ascendieron a más de 30 por módulo. Ante esta

### Figura 1

Análisis de autovaloraciones después de aplicar el REA

GRUPO	CÓDIGO	TEXTO (NARRATIVA)	INDICADOR DEL INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN	NUEVA MIRADA
M1-A1.2	E1	<b>Durante esta actividad recordé sobre algunos temas vistos en la clase los cuales fueron de gran ayuda para resolver la actividad.</b>	<b>Frase completa</b>	<b>Frase completa</b>
		recordé sobre algunos temas vistos en la clase	Uso de saberes previos	Conexión con conocimientos previos
		fueron de gran ayuda para resolver la actividad.	Resolución de problemas	Conocimientos
M1-A1.2	E4	<b>Debo investigar más sobre la interpretación de gráficas y el cómo se me podría facilitar el interpretarlas por</b>	<b>Frase completa</b>	<b>Frase completa</b>

		Debo investigar más sobre la interpretación de gráficas.	Área de oportunidad en	Investigación
		cómo se me podría facilitar el interpretarlas por mi cuenta.	Desarrollar una habilidad	Estrategias de aprendizaje
<b>M1-A1.2</b>	<b>E6</b>	<b>Fue una práctica un tanto confusa no mucho, pero sí me tardé un poco en analizar cada pregunta y relacionarla con la gráfica, pero creo que logré comprender ciertos criterios al igual que ponerlos en práctica.</b>	<b>Frase completa</b>	<b>Frase completa</b>
		me tardé un poco en analizar cada pregunta y relacionarla con la gráfica.	Área de oportunidad en	Autoreflexión y autocrítica
		creo que logré comprender ciertos criterios	Comunicación de resultados	Aprendizaje
		ponerlos en práctica.	Aplicación práctica	Aplicación práctica
<b>M1-A1.2</b>	<b>E9</b>	<b>Reconozco que faltó complementar mis respuestas, explicarlas de una manera más clara con ayuda de recursos visuales</b>	<b>Frase completa</b>	<b>Frase completa</b>
		Reconozco que faltó complementar mis respuestas	Área de oportunidad en	Autorreflexión y autocrítica
		explicarlas de una manera fácil	Comunicación de resultados	Estrategias de comunicación
		con ayuda de recursos visuales.	Comunicación de resultados	Estrategias de comunicación
<b>M1-A1.2</b>	<b>E10</b>	<b>Realizando esta actividad pude observar que se me facilita comprender los datos contenidos en las gráficas, sin embargo me hace falta mejorar el plasmar mis ideas al momento de escribirlas, hay veces que no sé cómo acomodar los signos de puntuación para que se entienda lo que quiero decir, es lo que a veces me tardo más (formulando mis respuestas para que tengan coherencia). También hay veces que de tanto analizar una gráfica comienzo a dudar de los datos que ya observé. A pesar de lo anterior no tengo dificultades para hacer el análisis de gráficas y de los datos que se presentan en ellas.</b>	<b>Frase completa</b>	<b>Frase completa</b>
		Realizando esta actividad pude observar que se me facilita comprender los datos contenidos en las gráficas	Reconocimiento de habilidades	Matemática
		me hace falta mejorar el plasmar mis ideas al momento de escribirlas	Área de oportunidad	Habilidades de expresión escrita

	hay veces que no sé cómo acomodar los signos de puntuación para que se entienda lo que quiero decir	Redacción y ortografía	Redacción y ortografía
	Es lo que a veces me tardo más (formulando mis respuestas para que tengan coherencia)	Pensamiento crítico	Pensamiento crítico
	de tanto analizar una gráfica comienzo a dudar de los datos que ya observé	Pensamiento crítico	Confianza
	no tengo dificultades para hacer el análisis de gráficas y de los datos que se presentan en ellas.	Reconocimiento de habilidades	matemática
<b>M1-A1.2</b>	<b>A veces tengo dificultades en saber si mis respuestas explican lo suficientemente bien, pues tengo un poco de problemas con aplicar más conocimientos matemáticos.</b>	<b>Frase completa</b>	<b>Frase completa</b>

Fuente: Tomado de Sánchez Ludeña (2019)

situación se tomó la decisión de revisarlos, analizarlos y clasificarlos acorde a similitudes con el objeto de reducirlos para con ello acotar los resultados.

Esta clasificación implicó realizar un trabajo de vaciado de información, donde se colocaron los descriptores y la relación con los módulos y las frases de las estudiantes. El análisis de esta información permitió interpretar y construir dimensiones categoriales que dentro de la investigación se consolidaron como categorías de análisis. Las categorías de análisis que surgieron a la luz de los datos fueron *Habilidades con enfoque STEAM* y *Aprendizaje integral*.

Finalmente, este ejercicio permitió identificar cuando menos 11 elementos centrales en los datos de las estudiantes:

1. Aplicación práctica
2. Autonomía y habilidades de investigación;
3. Autorreflexión y autocrítica
4. Colaboración y aprendizaje en grupo
5. Competencia y habilidad matemática
6. Estrategias de comunicación de resultados
7. Pensamiento crítico;

8. Conexión con conocimientos previos
9. ¿En qué me ayudó el REA?
10. En zapatos de...
11. Progreso y adaptación.

Cada uno de ellos configuró una categoría analítica que posteriormente tomó forma como dimensión generada a partir de la aplicación del REA con las estudiantes y que se presentarán en detalle en la siguiente sección.

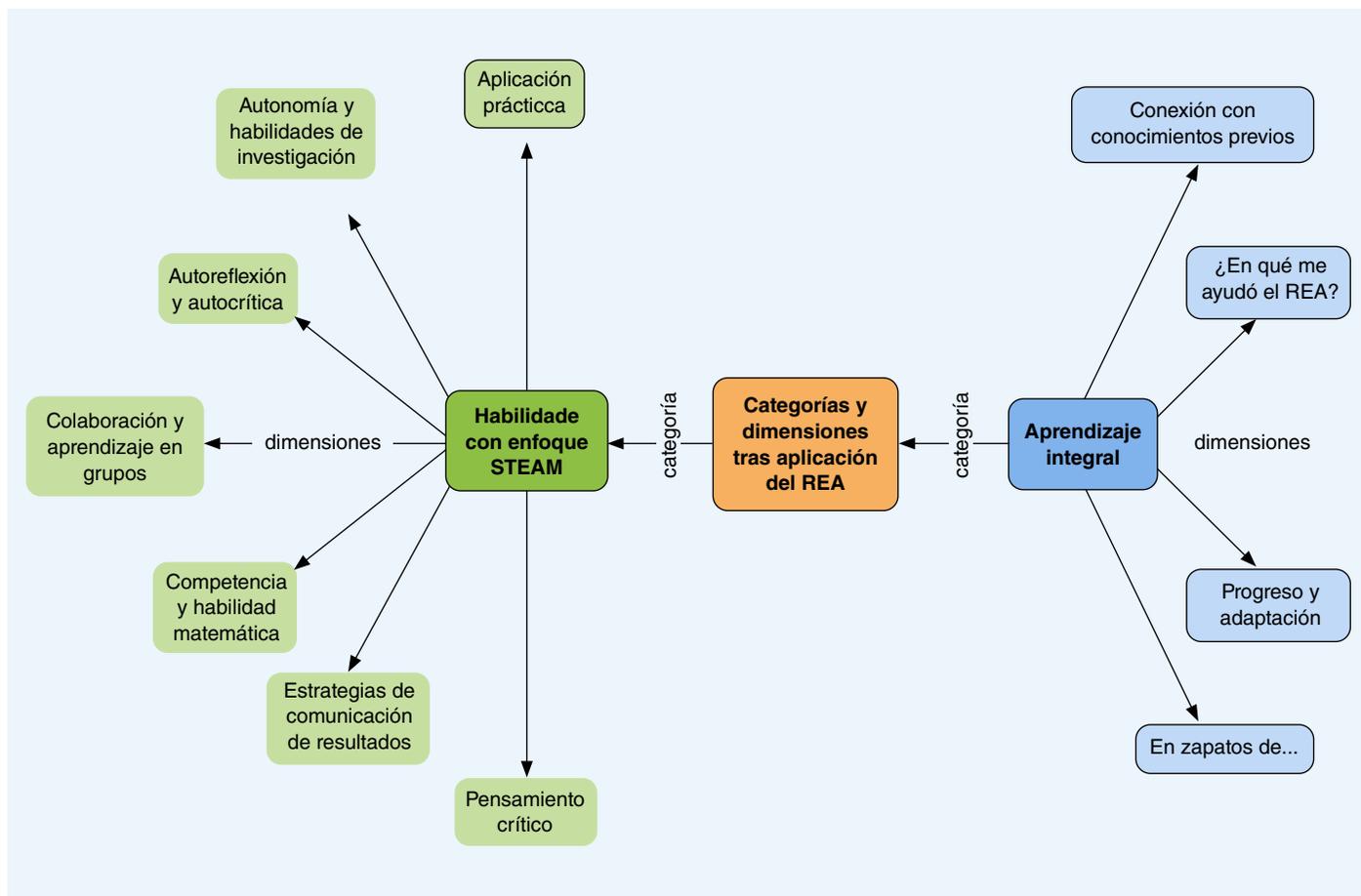
## RESULTADOS

El ejercicio metodológico arrojó 11 elementos comunes entre las estudiantes, que dieron lugar a las dimensiones que se describirán a continuación (ver figura 3) y que conforman los resultados obtenidos tras la aplicación del REA.

Como parte del análisis de resultados, en la sección de discusión, se lleva a cabo la descripción de cada una de las categorías y dimensiones obtenidas del análisis de los datos.

**Figura 3**

Análisis de autovaloraciones después de aplicar el REA



Fuente: Construcción personal.

## DISCUSIÓN

### HABILIDADES CON ENFOQUE STEAM

Esta categoría abarca diversos aspectos del aprendizaje y la aplicación del enfoque STEAM que las estudiantes demostraron después de utilizar el REA que se diseñó. Estos aspectos se identifican en las siguientes dimensiones.

#### Dimensión 1: Aplicación práctica

Se observó que las estudiantes valoraron la aplicación de las matemáticas en problemáticas referentes al diseño ingenieril, así como en el campo de la salud, ambos temas propuestos en las actividades del REA, pues a partir de su experiencia con su uso esto les ayudó a *descubrir la importancia de las matemáticas para este tipo de cosas (E2) o que nos ayudan a comprender los fenómenos que nos rodean (E20)*. En este sentido, la experiencia de trabajo con el REA diseñado las encaminó

a reflexionar sobre la importancia de las matemáticas y que éstas pueden resultar significativas, aunque su aplicación sea en el contexto académico (escuela).

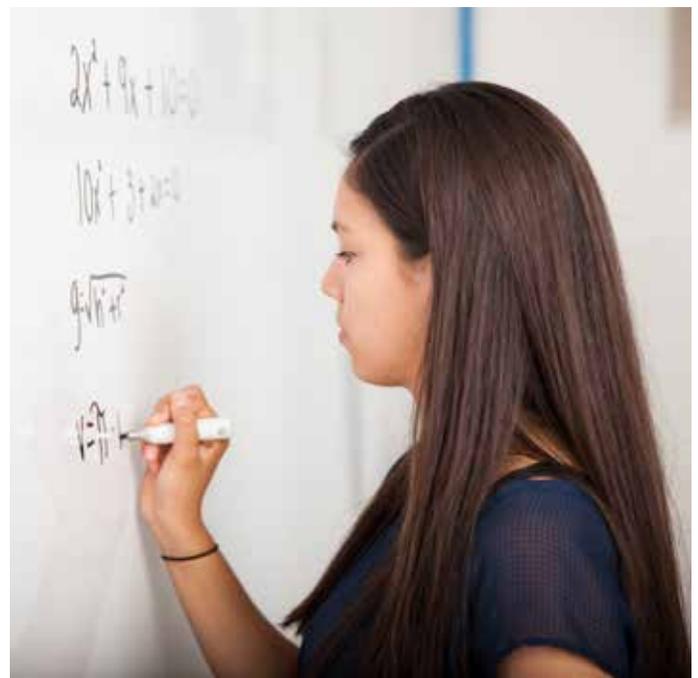
Además, es importante resaltar que dentro de las narrativas expuestas por las estudiantes ellas valoran el poder aplicar conocimientos teóricos en situaciones prácticas pues *hablamos de cómo se relaciona el modelo matemático con el tema de la salud (E3)* lo que se vincula con conocimientos previos, pues en repetidas ocasiones las estudiantes mencionaron que los conocimientos adquiridos tomaron valor cuando se cuestionaron el *cómo relacionarlo con cosas vistas en clases (E1)* y generaron con ello reflexiones encaminadas a la importancia de las matemáticas como lo señala una estudiante el decir que *me di cuenta de que tienen una relevancia mayor en aspectos de la vida cotidiana los cuales nunca había tomado en cuenta (E23)*. Este proceso de reflexión es fundamental en campos como la ingeniería y la tecnología dentro del enfoque STEAM pues las matemáticas y su aplicación a la vida no se basa en sumas y restas, si no también funciones, integraciones y más (E20). Lo anterior da cuenta de que el uso del REA vinculado con situaciones relevantes favoreció el que las estudiantes aplicaran sus conocimientos teóricos en contextos prácticos (competencia básica del enfoque STEAM) y con ello lograran consolidar y profundizar su comprensión matemática de modo que al dar solución a las problemáticas propuewstas en el REA lograron tener una experiencia tangible y significativa dentro de su proceso de aprendizaje en temas relacionados con el Cálculo.

## Dimensión 2: Autonomía y habilidades de investigación

La autonomía y la investigación fue una constante en cada uno de los módulos que conformaron el REA. Dentro de las competencias STEAM, esta acción implica la capacidad de investigar de manera independiente, una habilidad crucial en la ciencia y la ingeniería para desarrollar soluciones innovadoras y resolver problemas complejos (Silva Monsalve, 2022).

Las estudiantes llevaron a cabo un proceso de investigación para diferentes actividades, por ejemplo, en uno de los módulos de trabajo, una de ellas señaló que tuvo que *investigar y comprender en qué casos se utilizaban las funciones exponenciales (E22)*. En este caso se percibieron dos situaciones, por un lado, fortalecer conocimientos previos acerca de este tipo de funciones y por otro, investigar la aplicación de estas en diferentes problemáticas. La importancia de este proceso es que se resalta la autonomía de la estudiante para resolver una carencia conceptual y poder enfrentarse a una problemática que implicó el dominio de un concepto previo, además de que le permitió explorar, descubrir y crear conocimiento por su cuenta.

De acuerdo con Chen et al. (2014), señalan que las experiencias de aprendizaje que promueven la autonomía y las habilidades de investigación en el contexto STEAM fomentan un pensamiento crítico más profundo y habilidades de resolución de problemas que son esenciales para el éxito académico y profesional. En este sentido, se resalta que el contenido del REA propuesto logró fortalecer y desarrollar esta competencia relacionada con el enfoque STEAM puesto que de manera re-



gular se identificaron frases como *tuvimos que investigar un poco más a fondo sobre el tema (E18)* lo que implica que las estudiantes lograron asumir la responsabilidad de su propio aprendizaje, lo que a su vez mejoró su motivación y compromiso con el proceso desarrollado (Ochoa Duque et al., 2018) en el REA como lo evidencia una estudiante cuando dice que *hice una investigación, la cual me encantó (E20)* lo que fortalece habilidades relacionadas con el enfoque STEAM.

Cabe aclarar que el contenido de los módulos que integraron el REA contempló escenarios que indujeron a las estudiantes a investigar, por tanto, a partir de este resultado se puede afirmar que integrar actividades que movilicen el proceso investigativo son fundamentales para ampliar conocimientos y preparar a las estudiantes para actividades que en un futuro impliquen aplicar esta habilidad en áreas STEAM.

### Dimensión 3: Autorreflexión y autocrítica

De acuerdo con Mercurí Silva (2023), el desarrollo de la autorreflexión y la autocrítica en contextos STEAM no solo mejora el rendimiento académico, sino que también prepara a los estudiantes para enfrentar problemas complejos y dinámicos en sus futuras carreras. Bajo esta condición el REA diseñado generó en las estudiantes un proceso de reflexión y autocrítica hacia el trabajo que desarrollaron. Por ejemplo, una de las estudiantes señala que *reconozco que faltó complementar mis respuestas (E9) o que podría llegar a mejorar, tanto plasmando mis ideas y que sean lo más claras posible para todo el que lo lea (E13)*. Estas respuestas son importantes puesto que reflejan que las estudiantes lograron evaluar objetivamente su trabajo al identificar áreas de mejora y fomentar un aprendizaje profundo y continuo.

Si bien en el diseño del REA no se hace explícita una actividad en la que las estudiantes desarrollen esta categoría de análisis, los instrumentos de autoevaluación integrados en el REA fueron fundamentales para regular estas habilidades en las estudiantes. Es por

ello por lo que, una de las ventajas o aportaciones del diseño de este REA es que se integraron instrumentos de autoevaluación que ayudaron a las estudiantes a identificar sus fortalezas y debilidades y, a través de estos instrumentos, lograron adaptar sus estrategias de aprendizaje y en consecuencia expresar comentarios en función de tener un buen desempeño en esta actividad (E15).

Por tanto, se infiere que para el diseño del REA en matemáticas orientados al desarrollo de competencias STEAM, es necesario incluir instrumentos de autoevaluación que orille a las estudiantes a desarrollar un proceso de autovaloración y al logro de los aprendizajes esperados y, por ende, al desarrollo de las habilidades encaminadas al enfoque STEAM.

### Dimensión 4: Colaboración y aprendizaje en grupo

Dentro de esta dimensión las estudiantes otorgan un valor especial al trabajo colaborativo pues señalan que *con la información proporcionada por mis compañeras en el foro pude entender más a fondo el tema (E7)* de modo que esta interacción permitió enriquecer el proceso de resolución de problemas. Estas competencias no solo mejoran el aprendizaje individual, sino que también potencia la innovación y la creatividad al reunir diversas perspectivas y habilidades como lo señala una de las estudiantes al mencionar que *puedes obtener un punto de vista fresco y diferente al tuyo que puede ayudarte a tener un mejor trabajo (E27)*.

Por tanto, el aprendizaje en equipo no solo mejoró el rendimiento académico de las estudiantes en áreas STEAM, sino que también fomentó la creatividad y la innovación al combinar diferentes perspectivas y conocimientos lo que coincide con resultados de otras investigaciones (Castro-Campos, 2022; González Fernández et al., 2021).

Por otro lado, la colaboración y el aprendizaje en grupo fomentan las habilidades blandas como la comunicación y la empatía que son cruciales en cualquier carrera profesional (Mendoza Vega et al., 2023) pues entre las estudiantes mencionan que *podíamos apoyarnos entre nosotras para aportar*

*más ideas (E21)*. Como lo señala Järvelä, S. y Niemivirta, M., 2001 citado en Kanobel y Arce (2019), el trabajo en equipo en contextos STEAM facilita la co-construcción del conocimiento, permitiendo a los estudiantes aprender de manera activa y participativa, lo que resulta en un aprendizaje más significativo y aplicado.

En el diseño del REA la colaboración y el aprendizaje en grupo fueron componentes fundamentales que se incorporaron al diseño de las actividades. De esta manera el REA que se propuso es valioso ya que a pesar de estar diseñado y construido es un espacio digital, este logró facilitar la interacción y el trabajo en equipo entre las estudiantes. Ejemplo de esto son los foros, los cuales se implementaron en las actividades propuestas dentro de los módulos de trabajo del recurso digital.

### Dimensión 5: Competencia y habilidad matemática

Esta dimensión es fundamental dentro del diseño del REA puesto que la esencia de este recurso es el aprendizaje de las matemáticas, particularmente en temas relacionados con la asignatura de Cálculo. De acuerdo con Loachamín Iza et al., (2023), las habilidades matemáticas son fundamentales para el éxito en disciplinas de ingeniería, ya que permiten a los estudiantes desarrollar y aplicar modelos matemáticos para la solución de problemas técnicos. En esta dimensión las estudiantes lograron aplicar su capacidad para resolver los problemas que se plantearon en el REA, así como también aplicaron su pensamiento lógico al mencionar por ejemplo que *realizando esta actividad pude observar que se me facilita comprender los datos contenidos en las gráficas (E10)* lo que representa una habilidad fundamental para el éxito en las disciplinas STEAM, ya que permite a los estudiantes y profesionales abordar problemas complejos con rigor y precisión desarrollando competencias como la *interpretación de resultados (E27)*. Estas habilidades no solo mejoran el desempeño académico, sino que también preparan a las estudiantes para enfrentar desafíos

profesionales en un mundo cada vez más interconectado y tecnológicamente avanzado (Angamarca Andrade et al., 2023).

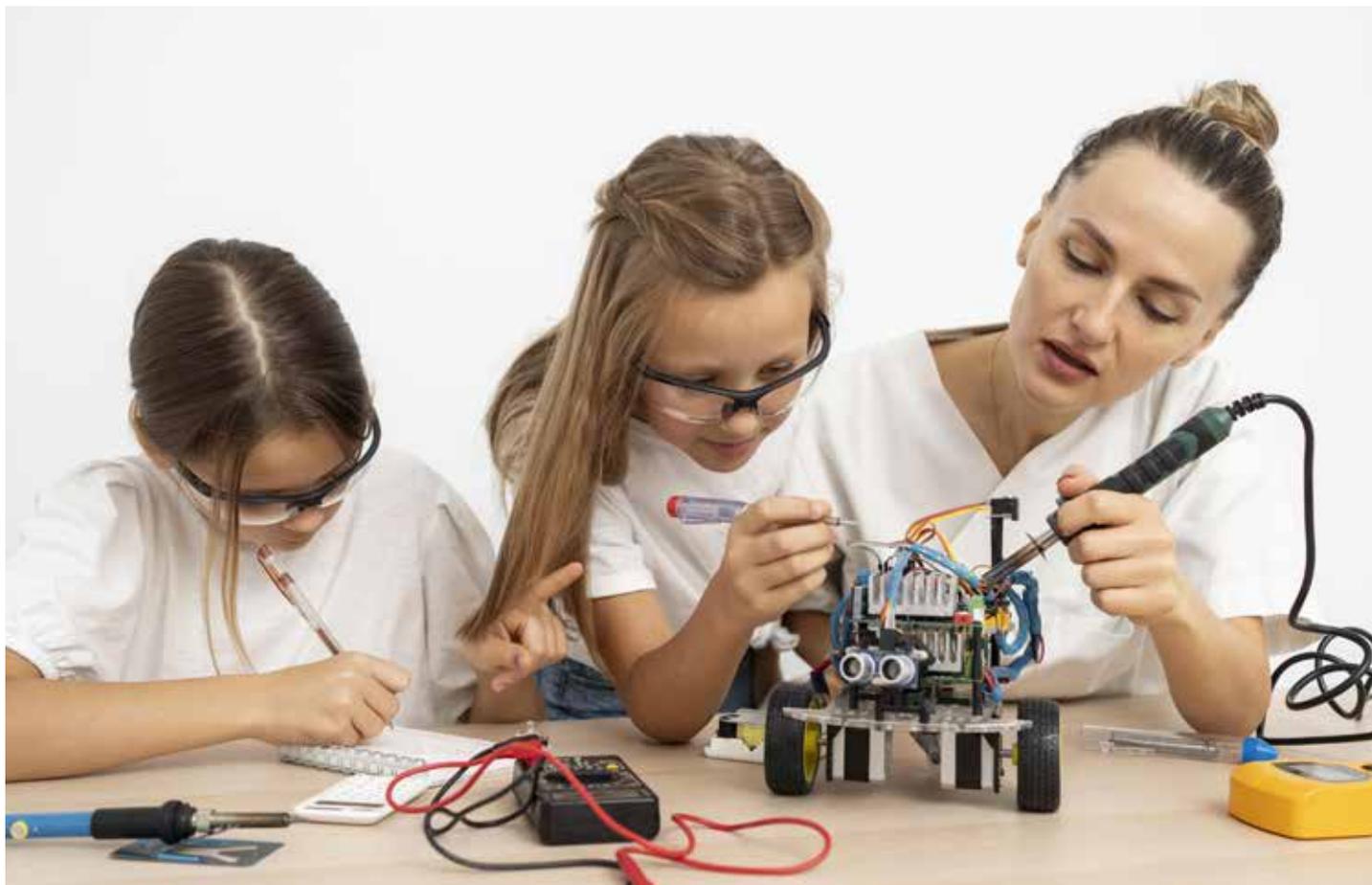
Con ello, la propuesta del REA diseñado presenta actividades de modelado orientadas a problemas y casos de estudio del mundo real que requieren la aplicación de conceptos matemáticos para su resolución y que ayuda a las estudiantes a desarrollar o fortalecer sus habilidades matemáticas. Por tanto, el diseño del REA debe ser integral, interactivo y accesible, asegurando que las estudiantes puedan aplicar conocimientos matemáticos y desarrollar otras habilidades de esta área.

### Dimensión 6: Estrategias de comunicación de resultados

Esta dimensión abarca aspectos importantes de comunicación de resultados por parte de las estudiantes en diferentes formatos, es decir, poner en práctica habilidades escritas como orales, así como el uso de medios digitales y visuales. Dentro del ámbito del enfoque STEAM se resalta que esta competencia es fundamental ya que su importancia radica en comunicar hallazgos, colaborar entre disciplinas y contribuir al avance del conocimiento científico y tecnológico (Santa María Santamaria et al., 2021).

En cuanto a las habilidades de comunicación oral y escrita las estudiantes mencionan que en sus trabajos *explico todo lo necesario para lograr interpretar haciendo una presentación creativa y con buena estructura (E30)* e incluyen dentro de sus productos una manera formal de comunicar sus resultados al señalar que *utilicé el lenguaje apropiado (E22)* donde uno de los objetivos principales consistió en que se *explica el propósito (E10)* de lo que están comunicando.

Por otro lado, se destaca el uso de herramientas de visualización de datos al mencionar, por ejemplo, que *agregué las gráficas necesarias para comprender bien lo que iba explicando (E14)* y plataformas de comunicación para compartir resultados de manera efectiva y atractiva



ya que los recursos utilizados son muy buenos y llamativos (E16) lo que les ayuda a *explicarlas de una manera más clara (E9)*. De acuerdo con lo anterior, se infiere que estas habilidades de comunicación son esenciales para los profesionales STEAM, permitiéndoles compartir sus hallazgos de manera efectiva.

En este sentido, el diseño de REA favoreció que las estudiantes comunicaran sus resultados a través de diferentes medios (escritos, orales y digitales) de modo que a partir de estos espacios se consolidó esta competencia referente a la comunicación. Por tanto, como resultado del análisis de esta dimensión se concluye que las actividades que contengan los REA deben enfocarse en generar productos que impliquen el desarrollo de esta habilidad.

### Dimensión 7: Pensamiento crítico

En el enfoque STEAM, el pensamiento crítico permite al estudiantado evaluar información, analizar problemas complejos, formular preguntas pertinentes y desarrollar soluciones innovadoras (Andreu-Andrés & García-Casas, 2014; Hafeez, 2021). En los resultados se puede observar cómo las estudiantes llevaron a cabo un proceso que les permitió tener un pensamiento crítico al generar respuestas a las problemáticas que aparecieron en cada módulo del REA ya que en sus reportes señalan que se *intento dar una visión crítica sobre lo que están diciendo (E7)*, es decir, hay un análisis de información previo a ofrecer una conclusión. Por otro lado, aparecen de manera constante frases como *en ciertos puntos de la actividad me cuestionaba mucho (E27)* esto implica que las estudiantes pu-

dieron poner a prueba su capacidad de reflexión sobre el propio proceso de aprendizaje lo que las encaminó a tomar decisiones para responder a las tareas propuestas.

Como conclusión de esta dimensión, se valora que dentro del diseño del REA las actividades propuestas tengan una naturaleza interdisciplinaria pues se requiere que las estudiantes apliquen el pensamiento crítico para integrar conocimientos de diversas áreas (Caratozzolo Martelliti & Álvarez Delgado, 2019; Guyotte et al., 2015) y, por ende, ofrecer soluciones innovadoras que permean en las habilidades fundamentales del enfoque STEAM.

## APRENDIZAJE INTEGRAL

Esta categoría abarca varios aspectos clave del aprendizaje utilizando un recurso educativo digital a través de las diferentes herramienta interactivas que fueron implementadas en el diseño. A continuación, se describen las dimensiones que dan soporte a esta categoría.

### Dimensión 8: Conexión con conocimientos previos

Esta dimensión reconoce cómo el REA facilitó la conexión con conocimientos previos de las estudiantes, proporcionando un marco conceptual o contextual donde las estudiantes lograron enlazar lo aprendido previamente. Se identifica que los conocimientos previos adquiridos por las estudiantes antes de la aplicación del REA fueron de gran ayuda para poder dar solución a algunas de las actividades propuestas. Lo anterior coincide con Uyar Ozen et al., (2018), quienes señalan que el aprendizaje significativo se puede facilitar al tener que relacionar nueva información con los conocimientos ya almacenados en la memoria. Además los conocimientos previos son útiles para interpretar la información y, de esa manera, reconocer patrones o explicar situaciones con las propias palabras (Satrústegui Moreno & Mateo González, 2023).

Además las estudiantes frecuentemente señalan que los conocimientos previos *fueron de gran ayuda para resolver la actividad (E1)*, lo que implica que para el diseño de un REA es necesario que exista un marco teórico conceptual de referencia que ayude a enlazar conocimientos previos con los adquiridos y con ello, se otorgue sentido a lo que se va aprendiendo en un proceso formativo y de esta manera aparezcan reflexiones en torno a que *logre entender y lo relacione con una actividad que ya habíamos trabajado con anterioridad (E12)*.

Las estudiantes al relacionar conocimientos previos con nuevos conceptos pudieron ser capaces de entender cómo lo aprendido puede resultar útil para otros contextos ya que *puse en práctica algunos conceptos y cosas que he aprendido en clase (E16)* así como *pude observar y utilizar lo ya aprendido en temas anteriores vistos en clase, además de concepto estudiados anteriormente (E5)*. Bajo esta consideración, la integración de conocimientos previos en el diseño de un REA es importante pues es una fortaleza el identificar las relaciones que existen entre diferentes piezas de información para poder organizarla de manera que sea útil y formar argumentos bien estructurados y válidos (Reyn- ders et al., 2020).

### Dimensión 9: ¿En qué me ayudó el REA?

El enfoque de esta dimensión consiste en reflexionar cómo el REA ayudó al desarrollo de habilidades específicas, como el razonamiento matemático, la interpretación de gráficas, la resolución de problemas, entre otras competencias relevantes. Esta dimensión incorpora aquellas habilidades que las estudiantes consideran pudieron desarrollar, enfocadas principalmente a la interpretación matemática, así como sus procesos de reflexión.

Por ejemplo, *la tarea ayudó a fortalecer mi pensamiento crítico (E22)* así como que el REA diseñado ofreció ejercicios y simulaciones interactivas que ayudaron a las estudiantes a comprender conceptos matemáticos como



lo señala una estudiantes al mencionar que *esta actividad me ayudo a comprender mejor las variables, y las gráficas (E3)* y a aplicarlos en situaciones prácticas que les *da apertura a formar nuestro propio pensamiento matemático (E13)*.

El uso de REA en la educación STEAM permitió a las estudiantes interactuar con el contenido de una manera más dinámica y efectiva, mejorando sus competencias en áreas clave como la interpretación de gráficas y la aplicación de conceptos matemáticos, tal como lo señalan las estudiantes. Bajo esta mirada, la propuesta de REA debe mantener en su diseño objetivos de aprendizaje definidos que conlleven al desarrollo de otras habilidades que fortalezcan conocimientos matemáticos en el estudiantado, tal como se señala en otra investigación que relaciona los objetivos de aprendizaje, las tareas que supone la realización de la actividad y el tipo de producto resultante de la misma (Maina & Guàrdia, 2012).

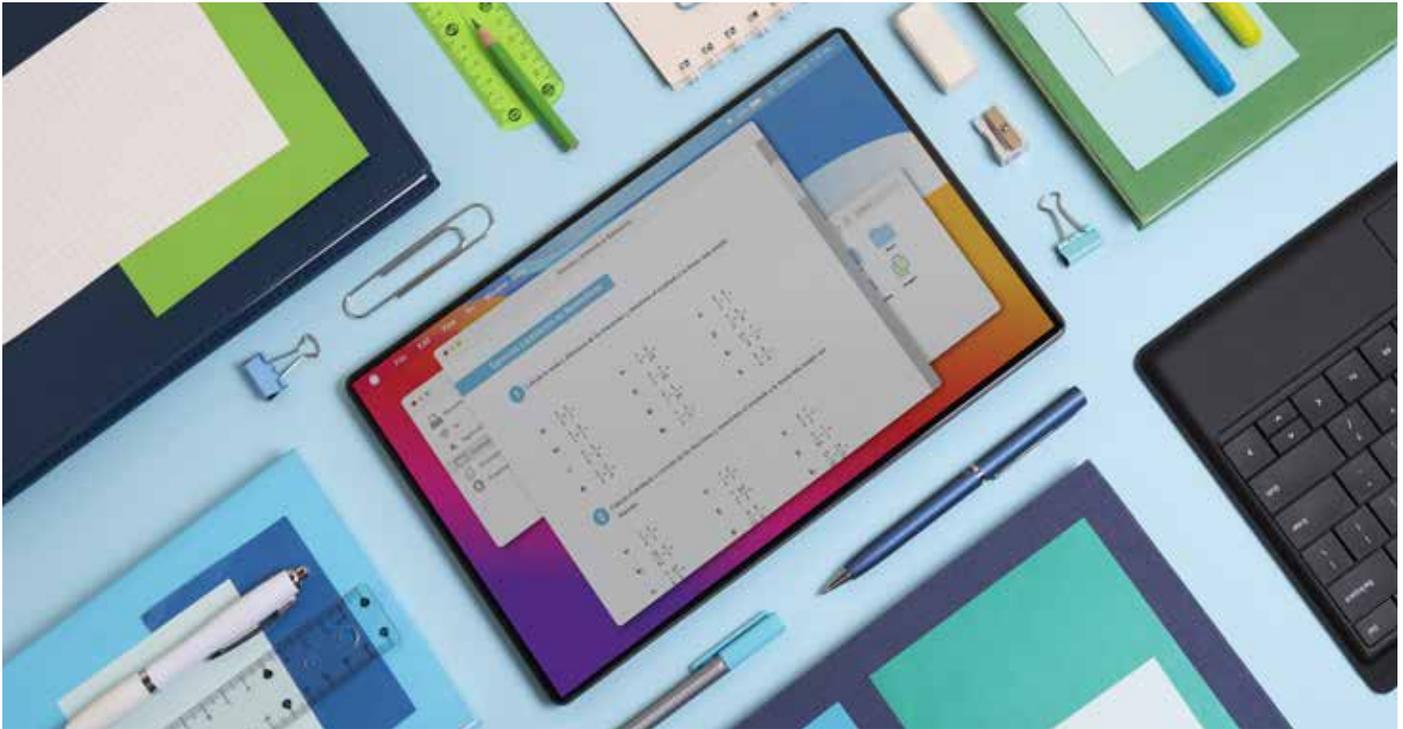
### Dimensión 10: En zapatos de...

Esta dimensión explora cómo el REA permitió a las estudiantes experimentar y entender un concepto o tema desde diferentes perspectivas, incluyendo aplicaciones prácticas o casos de estudio que la colocaron en el lugar de un profesional en el campo relacionado para cada módulo, es decir, analista de datos, ingeniera o médica obstetra. Esta dimensión es importante en los resultados de esta investigación pues en el diseño del REA, el contexto de las actividades estuvieron orientadas en posicionar a las estudiantes como "expertas" de un área de conocimiento y resolver una problemática, de modo que a través de las actividades propuestas en el REA, además de los saberes matemáticos, se fomentó la empatía y la comprensión de diferentes perspectivas desde las áreas de trabajo como la ingeniería y la medicina poniéndolas en el lugar de un profesional en el campo relacionado. De ahí que esto orilló a las estudiantes a *cuestionarnos que haríamos si fuéramos unas ingenieras profesionales (E13)*, por ejemplo.

### Dimensión 11: Progreso y adaptación

Se considera cómo la estudiante enfrentó los desafíos al interactuar con el REA, destacando el esfuerzo y la perseverancia necesarios para superar obstáculos y alcanzar el entendimiento completo del tema. Esta dimensión valora el trabajo de adaptación y progreso de las estudiantes al trabajar el REA. Si bien, las actividades diseñadas implicaron la puesta en marcha de diferentes habilidades y competencias, las estudiantes señalaron que en algunos casos tuvieron dificultades, sin embargo, *me pareció algo nuevo y relevante del cual voy aprendiendo poco a poco (E25)*, lo que implica una valoración positiva por el trabajo de algo diferente y que implicaba conocer desde cero.

Un reporte (Honey et al., 2020) señala que la educación STEM no se limita simplemente a dominar una base de conocimientos estable si no que debe enfocarse en que los estudiantes desarrollen habilidades



para el aprendizaje permanente, donde sean capaces de poder adaptarse con facilidad al mundo cambiante, que tengan un pensamiento convergente, dinámico y computacional sobre complejos problemas, de modo que puedan adaptarse a los desafíos del mañana, y contribuir al éxito de la sociedad del futuro. En ese sentido, el REA indicó que las estudiantes desarrollaron habilidades más fuertes en resolución de problemas y pensamiento crítico, lo anterior se fortalece con que *cada día mejoro y exploro sus herramientas y manipulo correctamente (E21)*.

## CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación implican que el diseño de REA debe estar encaminado a las necesidades del estudiantado, donde se logre promover y comprender la interpretación de datos, variables y que se valide el aprendizaje mediante la resolución de problemas contex-

tualizados, más que por la ejecución de procedimientos. Por otro lado, se valora que a través del REA las estudiantes pudieron manipular, interactuar, analizar y obtener conclusiones significativas fomentando con ello el pensamiento crítico y analítico, competencias clave del enfoque STEAM. En este sentido, el diseño del REA a través de la integración de recursos digitales y diferentes apoyos visuales, sirvió para mejorar la comprensión y el análisis realizado por las estudiantes priorizando la comprensión conceptual sobre la ejecución procedimental, de esta manera, las estudiantes tuvieron un rol activo lo que les ayudó a entender mejor los conceptos matemáticos y su aplicación práctica, además, se fortaleció la comunicación de ideas usando lenguaje matemático a través de los productos creados.

Por otro lado, dentro de las competencias y habilidades emergentes se validó la adaptación, la creatividad, la argumentación y la comprensión de las situaciones problema a través de diferentes productos que se vincularon con la colaboración y el diálogo como herramientas esenciales para el aprendizaje, promoviendo una comu-

nicación abierta y constructiva fomentando un aprendizaje contextualizado y significativo. Como lo fomenta el enfoque STEAM, las estudiantes utilizaron una variedad de herramientas y modos de comunicación para analizar, sintetizar y presentar información de manera lógica y coherente. La capacidad de presentar información y soluciones de manera atractiva y comprensible es una competencia clave en los entornos STEAM.

Por otra parte, los resultados de este estudio señalan que el desarrollo de competencias STEAM a través del diseño de recursos digitales abiertos son una estrategia prometedora para enriquecer el aprendizaje mediante herramientas tecnológicas que resultan atractivas para las estudiantes. Esta integración promueve no solo el desarrollo de habilidades técnicas y cognitivas, sino también promueve una educación más inclusiva, accesible y centrada en la estudiante. En el enfoque STEAM se enfatiza el aprendizaje interdisciplinario, la resolución creativa de problemas y la aplicación práctica del conocimiento en lugar de la simple memorización de conceptos.

En este contexto, el uso de REA se convirtió en una herramienta que se adaptó a las necesidades específicas de las estudiantes, promoviendo un aprendizaje activo y fomentando el desarrollo de habilidades como el pensamiento crítico, la colaboración, la creatividad y la resolución de problemas. Sin embargo, resulta fundamental garantizar que el contenido utilizado no solo se alinee con los objetivos de aprendizaje STEAM, sino que también se incluyan los intereses y experiencias de las estudiantes.

Finalmente, aunque los REA proporcionan materiales de acceso abierto, no todos se desarrollan utilizando métodos de enseñanza eficaces o centrados en el estudiantado. En este sentido, esta investigación promueve que el uso de la modelación matemática es una herramienta didáctica que bien puede solventar esta área de oportunidad, pues los resultados demuestran el desarrollo de competencias STEAM promoviendo a su vez el aprendizaje de las matemáticas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ajisukmo, C. R. P., & 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>
- Andreu-Andrés, M. Á., & García-Casas, M. (2014). Evaluación del pensamiento crítico en el trabajo en grupo. *Revista de Investigación Educativa*, 32(1), 203–222. <https://doi.org/10.6018/rie.32.1.157631>
- Angamarca Andrade, I. E., Flores Urgilés, C. H., & Pinos Castillo, L. F. (2023). Metodología STEAM como herramienta para mejorar el pensamiento lógico y matemático en estudiantes del séptimo año EGB de la UECIB "Suscal." *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 7(49), 46–61. <https://doi.org/10.29018/issn.2588>
- Caratozzolo Martelliti, P. O., & Álvarez Delgado, Á. (2019). Desarrollo de pensamiento creativo en ingeniería usando el enfoque STEAM. *Congreso Internacional de Innovación Educativa*, 348–354.
- Castro-Campos, P. A. (2022). Reflexiones sobre la educación STEAM, alternativa para el siglo XXI. *Praxis*, 18(1), 158–175. <https://doi.org/10.21676/23897856.3762>
- Chen, C., Said, T., Sadler, P. M., Perry, A., & Sonnert, G. (2024). The impact of high school science pedagogies on students' STEM career interest and on their ratings of teacher quality. *Journal of Research in Science Teaching*. <https://doi.org/10.1002/tea.21948>
- Chen, J. A., Metcalf, S. J., & Tutwiler, M. S. (2014). Motivation and beliefs about the nature of scientific knowledge within an immersive virtual ecosystems environment. *Contemporary Educational Psychology*, 39(2), 112–123. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2014.02.004>
- Diario Oficial de La Unión Europea (2018). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ%3AC%3A2018%3A189%3ATOC>
- Echeverría Gálvez, G. (2005). *Análisis cualitativo por categorías*. Santiago, Chile: Universidad Academia de Humanismo Cristiano.
- Farias-Escalera, A., & Escalón Portilla, E. (2022). Presentación de modelos femeninos en ciencia y tecnología a niñas y jóvenes para el fomento de vocaciones científicas: una estrategia de comunicación de la ciencia en el INECOL, México. *Journal of Science Communication América Latina*, 5(1), N03. <https://doi.org/10.22323/3.05010803>
- Gee, J. P. (2011). *An Introduction to Discourse Analysis* (Third edition). Routledge.
- González Fernández, M. O., Flores González, Y. A., & Muñoz López, C. (2021). Panorama de la robótica educativa a favor del aprendizaje STEAM. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 18(2). [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2021.v18.i2.2301](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i2.2301)
- Guyotte, K. W., Sochacka, N. W., Costantino, T. E., Kellam, N. N., & Walther, J. (2015). Collaborative creativity in STEAM: Narratives of art education students' Experiences in Transdisciplinary Spaces. *International Journal of Education & the Arts*, 16(15). <http://www.ijea.org/v16n15/>
- Hafeez, M. (2021). Systematic Review on Modern Learning Approaches, Critical Thinking Skills and Students Learning Outcomes. *Indonesian Journal of Educational Research and Review*, 4(1), 167–178. <https://doi.org/10.23887/ijer.v4i1>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014). *Metodología de la Investigación*. McGRAW-HILL.
- Honey, M., Alberts, B., Bass, H., Castillo, C., Lee, O., Strutchens, M. M., Vermillion, L., & Rodríguez, F. (2020). *STEM Education for the Future. A visioning report*.
- IMCO. (2022, October 13). *Instituto Mexicano para la Competitividad A.C. 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-profundiza-las-desigualdades-entre-hombres-y-mujeres-en-el-mercado-laboral/#:~:text=Investigaci%C3%B3n,-La%20selecci%C3%B3n%20de%20carrera%20profesional%20profundiza%20las%20desigualdades%20entre,mujeres%20en%20el%20mercado%20laboral&text=COMPARTIR%3A,54%25%20de%20los%20es>

tudiantes%20universitarios.

- Kanobel, M. C., & Arce, A. S. (2019). Aula invertida en cursos de carreras STEM: motivación y desempeño académico de los estudiantes. *In Educación STEM/STEAM: Apuestas hacia la formación, impacto y proyección de seres críticos* (pp. 40–55). Fondo Editorial Universitario Servando Garcés de la Universidad Politécnica Territorial de Falcón Alonso Gamero. Santa Ana de Coro, Falcón, Venezuela.
- Lamana-Selva, M. T., & De-La-Peña, C. (2018). Rendimiento Académico en matemáticas. *Revista Mexicana de Investigación Educativa RME*, 23(79), 1075–1092.
- Loachamín Iza, H. D., Vargas Chavarrea, Á. P., Andrade Villarreal, J. V., & Puenteponce, P. F. (2023). Enseñanza, aprendizaje y enfoque de la matemática en la ingeniería. *AlfaPublicaciones*, 5(3.2), 6–20. <https://doi.org/10.33262/ap.v5i3.2.400>
- López Quintero, M. J., Arcos Vega, J. L., & Oliveros Ruiz, M. A. (2024). Experiencias del género en el laboratorio, trabajo de campo para la elección de las carreras en Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas (STEAM). *European Public and Social Innovation Review*, 9, 01–15. <https://doi.org/10.31637/epsir-2024-372>
- Maina, M., & Guàrdia, L. (2012). Diseño de Recursos Educativos Abiertos para el aprendizaje social. In *"Colearning"-Collaborative Open Learning through OER and Social Media* (pp. 142–149). <http://oer.kmi.open.ac.uk/?wpdmac-t=process&did=MS50b3RsaW5r>
- Mendoza Vega, A. J., Guadamud Muñoz, J. D., Mendoza Zamora, E. J., Díaz Estacio, F. J., & Vera Arias, M. J. (2023). Transferencia del Conocimiento con un Enfoque Educativo STEAM. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(5), 10591–10605. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i5.8681](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i5.8681)
- Mercuri Silva, E. C. (2023). La educación STEAM en la Licenciatura de Ciencias Físicas. *Delectus*, 6(2), 35–45.
- Moore, T. J., Glancy, A. W., Tank, K. M., Kersten, J. A., Smith, K. A., & Stohlmann, M. S. (2014). A Framework for Quality K-12 Engineering Education: Research and Development. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 4(1). <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1069>
- Ochoa Duque, L. A., Valenzuela Cabrales, A., Estela Gallego, D., & Marquez, F. (2018). *La indagación como estrategia para la educación STEAM*.
- Reynders, G., Lantz, J., Ruder, S. M., Stanford, C. L., & Cole, R. S. (2020). Rubrics to assess critical thinking and information processing in undergraduate STEM courses. *International Journal of STEM Education*, 7, 1–15. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00208-5>
- Rodrigues-Silva, J., Silva-Hormazábal, M., & Alsina, Á. (2023). Concepciones del alumnado sobre ingeniería y sus conexiones con las matemáticas y las ciencias. *Enseñanza de Las Ciencias*, 41(3), 33–51. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.5753>
- Sánchez Ludeña, E. (2019). La educación STEAM y la cultura «maker». *Padres y Maestros / Journal of Parents and Teachers*, 379, 45–51. <https://doi.org/10.14422/pym.i379.y2019.008>
- Santa María Santamaría, K. G., Povis Gamero, M. E., Colca Cchuana, G. J., & Urcia Melendez, V. M. (2021). Metodología STEAM en el desarrollo de competencias científicas en la educación básica. *Sinergias Educativas*, E. <https://doi.org/https://doi.org/10.37954/se.vi.vi.206>
- Satrústegui Moreno, A., & Mateo González, E. (2023). Mejora del pensamiento crítico en alumnos de ESO a través del Aprendizaje Basado en Problemas en un entorno STEAM. *Revista de Estilos de Aprendizaje*, 16(32), 19–32. [www.revistaestilosdeaprendizaje.com](http://www.revistaestilosdeaprendizaje.com)
- Silva Monsalve, A. M. (2022). Las competencias STEAM para el desarrollo de la ciencia y la tecnología. *Revista Aquin@s Scriptum Scientiam*, 1(1), 47–54.
- Silva-Hormazábal, M., & Alsina, Á. (2023). Promoviendo el desarrollo profesional docente en STEAM: Diseño y validación de un programa de formación. *Revista de Estudios y Experiencias En Educación*, 22(50), 99–120. <https://doi.org/10.21703/rexe.v22i50.1986>
- UNESCO. (2017). *Cracking the code: Girls' and women's education in science, technology, engineering and mathematics (STEM)*. UNESCO. <https://doi.org/10.54675/QYHK2407>
- Uyar Ozen, R., Yilmaz Genc, M. M., & Yasar, M. (2018). The relationship between resilience and constant hope in students studying sports science. *European Journal of Educational Research*, 7(3), 601–613. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.7.3.601>
- Valenzuela González, J. R., Farías Martínez, G. M., Flores Fahara, M., Gallardo Córdova, K. E., Gómez Zermeño, M. G., Heredia Escorza, Y., Mortera Gutiérrez, F. J., Olivares Olivares, S. L., Ramírez Montoya, M. S., & Lozano Rodríguez, A. A. (2016). *Competencias transversales para una sociedad basada en conocimiento* (A. Vega Orozco, Ed.).
- Vargas Leyva, M. R. (2008). *Diseño curricular por competencias*. Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería.
- Yakman, G. (2012). Recognizing the in STEM Education. *Middle Ground*, 16(1).
- Yakman, G., & 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>

