

# Enfoque STEM en la educación y formación docente en el Distrito Noroccidente de la Mancomunidad del Chocó Andino

## STEM approach in education and teacher training in the Northwestern District of the Commonwealth of the Andean Chocó

 **Lucrecia Cuichán Cabezas**  
convivencia6805@hotmail.com  
Investigador independiente, Ecuador

 **Olguer Carrera Carrera**  
jesus.carrera@educacion.gob.ec  
Ministerio de Educación, Ecuador

**Recibido:** 2 de febrero de 2024

**Aceptado:** 16 de mayo de 2024



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

### RESUMEN

El enfoque STEM refiere al desarrollo de la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas en la educación y en estrecha relación con la naturaleza y el entorno como un espacio de aprendizaje y una experiencia transformadora para niños, niñas y jóvenes de Educación Básica Superior y Bachillerato de las instituciones educativas fiscales del Distrito 17D01 Noroccidente Educación de la Mancomunidad del Chocó Andino de la provincia de Pichincha, Quito, Ecuador. Este artículo, justamente, recopila la sistematización de la aplicación del E-STEM en este sector, en tanto trabajo colaborativo y ética, aplicado por la Fundación para la Integración y Desarrollo de América Latina (Fidal) y la rectoría del Ministerio de Educación. Así, se describen las ventajas de este enfoque en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los discentes y la capacitación de los docentes en aspectos éticos y metodológicos.

**Palabras clave:** STEM, E-STEM, educación, metodologías, formación docente, evaluación, ética

### ABSTRACT

The STEM approach refers to the development of science, technology, engineering and mathematics in education and in close relationship with nature and the environment as a learning space and transformative experience for children and adolescents in Higher Basic Education and High School of the Public Educational Institutions of District 17D01 North-West Education of the Commonwealth of Andean Chocó in the province of Pichincha, Quito, Ecuador. This article, precisely, compiles the systematization of the application of E-STEM in this sector, as a collaborative and ethical work, applied by the Foundation for the Integration and Development of Latin America (Fidal) and the rectoría of the Ministry of Education. Thus, the advantages of this approach in the teaching-learning process of students and teacher training are described.

**Keywords:** STEM, E-STEM, education, methodologies, teacher training, evaluation, ethics

## INTRODUCCIÓN

La preocupación de las sociedades contemporáneas por garantizar una educación científica de calidad para sus ciudadanos es un tema constante en la agenda global. Este desafío implica, sobre todo, abordar dos aspectos, en apariencia, contradictorios: la alfabetización científica general y la formación disciplinaria básica. En el presente artículo, el objeto de estudio permitirá —por ejemplo— a los estudiantes y educadores de la Mancomunidad del Chocó Andino del Distrito Metropolitano de Quito (Ecuador) incursionar en las áreas relacionadas con las ciencias experimentales.

En este contexto, se ha demostrado que los enfoques interdisciplinarios STEM (integración curricular de la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) son estrategias metodológicas valiosas para superar esta brecha, no solo en el ámbito de la enseñanza de las ciencias, sino también en la formulación de propuestas de formación para el cuerpo docente. Por lo tanto, es esencial fomentar el análisis y la reflexión sobre el impacto de la interdisciplinariedad que ofrece el STEM como una propuesta para abordar la enseñanza de las ciencias experimentales en diferentes contextos como, en este caso, el Distrito 17D01 Noroccidente de Quito. Lo mencionado promoverá el trabajo colaborativo y también proporcionará un entorno óptimo para la socialización de la producción científica y académica, el desarrollo del pensamiento crítico, la resolución de problemas y demás habilidades y competencias del siglo XXI.

El Distrito 17D01 se encuentra ubicado al noroccidente de la provincia de Pichincha, en el cantón Quito. En la actualidad lo administra la Subsecretaría de Educación del Distrito Metropolitano de Quito y atiende a las parroquias rurales de Pacto, Gualea, Nanegalito, Nanegal y la parte del noroccidental de San José de Minas.

Con respecto a la Mancomunidad del Chocó Andino (MCA), Arcos y Torres (2019), investigadores y habitantes de la zona, comentan que

es un territorio mega y biodiverso, productivo y sustentable del planeta:

formado por la unión de seis parroquias rurales del noroccidente del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ): Calacalí, Gualea, Nanegal, Nanegalito, Nono y Pacto; cuyo propósito es gestionar su territorio de manera sostenible e inclusiva y conservar los bosques, aire, agua y suelo. (p. 1)

La implementación de las diferentes estrategias y metodologías del enfoque E-STEM (integración curricular de la ética, ciencia, tecnología, ingeniería y matemática) dependerá del docente y su concepción sobre el aprendizaje, su criterio y de las características que los estudiantes presenten. Es decir: una actitud propositiva, de permanente investigación y participación contribuye al cambio en la sociedad de conocimiento.

Al respecto, Díaz (2006) comenta que el profesor debe adaptarse a las características que rigen los procesos educativos en la sociedad actual, nuevos conocimientos, patrones culturales, avances tecnológicos y valores dominantes. El maestro, en definitiva, debe tener disposición a la innovación, a reflexionar sobre su práctica, a la mejora continua y a ser un profesional de la educación.

El artículo, en este sentido, aborda la necesidad de la investigación y evaluación de la propuesta metodológica en el Distrito 17D01 Noroccidente Educación de la Mancomunidad del Chocó Andino. Además, justifica su importancia en las experiencias y proyectos desarrollados por los docentes de la ruralidad, trabajados de septiembre a noviembre del 2023, en la aplicación E-STEM —que amerita una mayor profundización, debido a su trascendencia en la mejora de la calidad educativa y de vida—.

El E-STEM representa un enfoque educativo innovador y centrado en la acción, que busca promover la capacitación docente en la metodología E-STEM, para obtener un aprendizaje activo y significativo de los estudiantes.

## DESARROLLO

### Globalización del término STEM

Esta noción se remonta al Eight-Year-Study (Estudio de Ocho Años), el cual fue desarrollado en la década de 1930 con el propósito de reconstruir el currículo de educación secundaria mediante enfoques transversales; mismos que establecían conexiones entre las asignaturas de manera interdisciplinar (Bogdan y García, 2021).

Reyes (2019), por su lado, menciona que la educación STEM apareció en 1950 como respuesta de los Estados Unidos al lanzamiento del satélite soviético Sputnik. Sin embargo, existe evidencia del énfasis en educación STEM en 1940, cuando el ingeniero Vannevar Bush observó como promesa el contenido educativo en estas áreas.

El enfoque STEM, a principios de los años noventa, tuvo mayor incursión en el ámbito educativo y laboral específico hasta abarcar una perspectiva más amplia de integración interdisciplinaria, desarrollo de habilidades y competencias. De forma posterior, se utilizó el enfoque STREAM (integración curricular de la ciencia, tecnología, robótica, ingeniería, arte y matemática), en 2009, para abordar aspectos concretos de diseño y resolución de problemas relacionados con la robótica. En el 2016, se incorporó este enfoque a las artes y otras adaptaciones como el ESTEM, que lo desarrolló la Fundación para la Integración y Desarrollo de América Latina (Fidal) en diferentes provincias del Ecuador.

Esta evolución refleja una comprensión más matizada de la educación y la preparación profesional. Al mismo tiempo, reconoce la importancia de habilidades interdisciplinarias y aspectos creativos, éticos y sostenibles en la formación académica y profesional.

### Conceptualización de STEM en la educación

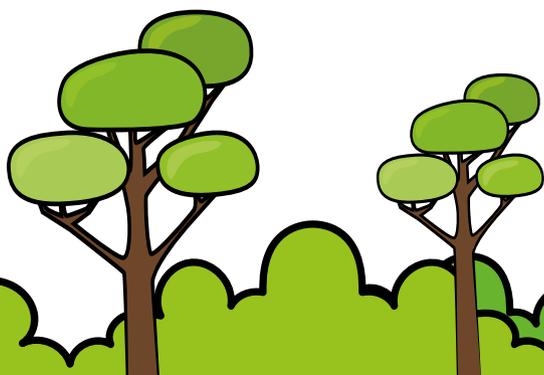
En la conceptualización de STEM —como integración curricular de las ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas— se han sumado otras iniciativas bajo acrónimos dispares como arte, educación para la sostenibilidad e integración curricular (Bogdan y García, 2021).

STEM, por otro lado, es un acrónimo que se refiere a cuatro disciplinas académicas clave: ciencia (*science*), tecnología (*technology*), ingeniería (*engineering*) y matemáticas (*mathematics*). Este término, en 2009, fue reactualizado para agrupar grandes áreas del conocimiento en las que trabajan científicos e ingenieros. El propósito del mismo fue desarrollar una nueva manera de enseñar con un enfoque en la toma de decisiones y la resolución de problemas tecnológicos (Meza y Duarte, 2020).

En referencia a lo mencionado, se evidencia la importancia de reconocer y adaptarse a la evolución constante del enfoque STEM y sus variantes. La inclusión de las artes (STEAM) y otras disciplinas en la amalgama más amplia (ST@E(A)M(S) —con su traducción: ciencia, tecnología, currículo, ingeniería, artes y humanidades, matemática y educación sostenible—, que se practica en Estados Unidos y Canadá, destaca la necesidad de abordar las áreas en mención en la educación para la resolución de problemas de manera holística y creativa.

En la experiencia de los centros educativos ubicados en la MCA, esto implica que los docentes y estudiantes no solo se enfocan en el aprendizaje de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas, sino que también se integran otras disciplinas y enfoques como el arte y la educación para la sostenibilidad, equidad de género y otras.

Esto —como es posible deducir— posibilita una educación más holística y completa, pues aborda los desafíos del mundo real de manera interdisciplinaria y promueve el desarrollo integral de los estudiantes. En este contexto, STEM se



convierte en un enfoque educativo más amplio y diverso, el cual se adapta a las necesidades y características específicas del entorno.

Esta evolución refleja, al mismo tiempo, la comprensión de que las disciplinas STEM no existen de manera independiente y su integración con otras áreas del conocimiento amplía las posibilidades y el potencial innovador al reconocer la importancia de la imaginación, las artes y la sostenibilidad. Todo ello supone que su aplicación estaría preparando a los estudiantes y docentes para enfrentar desafíos complejos y contribuir a un mundo más equitativo y sostenible. Sin embargo, para Martín y Santaolalla (2020), no existe una definición clara de STEM, pues se ha convertido en una palabra de moda y vacía de significado.

## ANTECEDENTES

En Singapur —con objetivo de reforzar la resiliencia— la Universidad de Tecnología de Nanyang puso a las estudiantes de STEM en contacto con los mentores de la industria y organizó talleres para la enseñanza de competencias no técnicas como la comunicación y la autogestión (Genevieve Chia, 2023). El estudio indicó que casi la mitad de las titulares de un diploma trabajan en profesiones que no guardan ninguna conexión con los estudios cursados.

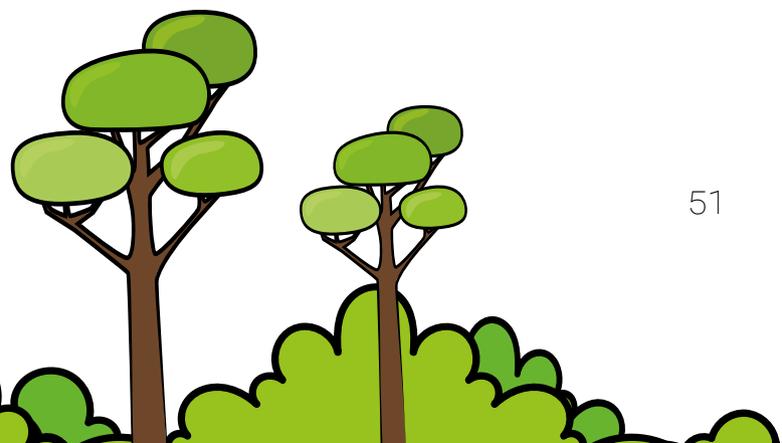
En la Declaración de Monterrey, emitida en México el 19 de enero de 2023, la Red de Educación STEM Latinoamérica (RESL, 2003) planteó “impulsar la educación STEM como un enfoque innovador de educación integral accesible para todos los niños, niñas y jóvenes de los territorios latinoamericanos” (p. 1). Para

lograrlo, 63 instituciones de 12 países firmaron la declaración y se comprometieron a trabajar colaborativamente para alcanzar diversos objetivos educativos; uno de los cuales fue “repensar y co-construir el enfoque educativo STEM+ desde la perspectiva regional latinoamericana, para fomentar el desarrollo social sostenible” (RESL, párr. 3).

Ahora bien, la adopción y adaptación de objetivos específicos —como el desarrollo de proyectos regionales o locales—, la gestión del conocimiento a través del diálogo de saberes y el fortalecimiento del ecosistema de innovación educativa de las instituciones educativas de la MCA muestra un enfoque estratégico y multifacético al valorar el aprendizaje colaborativo y la conexión con otras redes de apoyo regional. Asimismo, subraya la importancia de compartir recursos y experiencias para enriquecer el proceso educativo en STEM.

El 23 de noviembre de 2023, al concluir el III Encuentro de la Red STEM Latinoamérica, se suscribe la Declaración de Santiago (RESL, 2023), la cual reúne los acuerdos y define una hoja de ruta para la citada red, de los cuales se destaca el siguiente:

Desarrollar proyectos de Alcance Regional y/o proyectos “tipo” que aborden desafíos comunes en estos países que promuevan iniciativas con impacto regional. Estos proyectos en temáticas como desarrollo sostenible, educación en cambio climático, pensamiento computacional, salud y bienestar, primera infancia y género, fortalecerán la calidad de la educación STEM y contribuirán al desarrollo sostenible de las comunidades. (párr. 3)



Vale mencionar que la RESL está liderando un enfoque integral y colaborativo en la educación. A la par, contribuye no solo al desarrollo académico de los estudiantes, sino también a la construcción de comunidades sostenibles y a la promoción de la innovación educativa en la región. Es, en términos generales, un ejemplo inspirador de cómo la colaboración entre diversas organizaciones puede impactar de manera significativa en la educación y el desarrollo sostenible.

En el caso específico de Medellín, ciudad del aprendizaje, la educación STEM/STEAM se impulsa desde el enfoque STEM+H a partir de la interdisciplinariedad y de la proyección humana y social en el que se conecta la escuela, la comunidad, la empresa y el Estado (Cano y Ángel, 2020).

En Ecuador, según la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (Senescyt, 2018), para promover el estudio de la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas en la niñez, la Cámara de la Pequeña y Mediana Empresa de Pichincha, el Ministerio de Educación (Mineduc) y la Universidad Nacional de Educación (UNAE) presentaron la iniciativa Coalición STEM Ecuador. Para su ejecución, se empleó nuevos espacios y metodologías que incentivan a los niños a responderse preguntas por sí mismos, lo que motiva su creatividad e innovación y los convierte en “futuros líderes y emprendedores” (párr. 5).

La iniciativa Coalición STEM Ecuador, en específico, promueve una educación innovadora que incentiva a los niños a explorar y responder sus propias preguntas. También fomenta su creatividad e innovación. Este enfoque pretende formar futuros líderes y emprendedores al enseñar a los estudiantes a ver el fracaso como una parte esencial del proceso educativo. En lugar de solo enfocarse en el producto final, se valora el proceso de creación y aprendizaje. A todo esto, asiste la autoevaluación y la mejora continua; lo que supone una preparación del infante para el éxito y la resiliencia en la vida real.

Otro ejemplo del apoyo a este enfoque educativo es el proyecto Educación STEM

para el Desarrollo Sostenible: Biodiversidad y Conocimiento Cultural en Ecuador; mismo que fue desarrollado por la Universidad San Francisco de Quito (USFQ) en colaboración con la Fundación Siemens (Ramia, 2021).

Incluso, en la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Estatal de Guayaquil se realizó una investigación sobre cómo este nuevo constructo pedagógico STEM puede promover algunas estrategias de aprendizaje en los estudiantes de las asignaturas de Termodinámica, Mecánica Analítica y Física a nivel de educación superior. Para ello, emplearon proyectos colaborativos interdisciplinarios. La indagación evidenció el desarrollo de competencias que posibilita el STEM desde las propias percepciones y experiencias de los estudiantes, el empleo de estrategias de aprendizaje motivacional, así como el grado de aplicación de la propuesta. El resultado fue que los estudiantes cumplieron con sus objetivos al trabajar de manera colaborativa. Además, se recalca el proceso de inserción a algunas carreras y proyectos dedicados a la investigación en la Facultad de Ingeniería Industrial.

La aplicación del enfoque STEM en Ecuador, por otro lado, requiere del uso de prototipos innovadores para la enseñanza-aprendizaje como los proyectos interdisciplinarios, prácticas de laboratorio y el manejo de herramientas tecnológicas que estén en armonía con los avances científicos (Coello *et al.*, 2018). También se contempla el E-STEM —que refiere a la ética, ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas—, el cual, desde 2018, se aplica en la Fidal.

Para Rojas y Gras (2023), la educación STEM es el proceso que “promueve el aprendizaje integrado e interdisciplinario como pilares para el desarrollo sostenible y el bienestar social” (p. 17). Entonces, se define como un enfoque educativo y pedagógico que fomenta el aprendizaje integrado e interdisciplinario con el propósito de establecer los cimientos para el desarrollo sostenible y la mejora del bienestar social. Este enfoque educativo busca, además, integrar la ciencia, el trabajo, la cultura y el

medio ambiente para tributar a una comprensión holística y aplicada de estas disciplinas con el objetivo de preparar a los estudiantes para abordar desafíos del mundo real y contribuir al progreso sostenible de la sociedad.

La educación, bajo este enfoque, se caracteriza por el manejo de procesos colaborativos que hacen del aprendizaje de las ciencias experimentales una vivencia gratificante, pues se fomenta el interés en el campo científico y la investigación a través de situaciones prácticas que permite conectar a los estudiantes con su medio y el contexto e interpretar y comprender situaciones reales. Rojas y Gras (2023), al mismo tiempo, resaltan que la aplicación del STEM puede influir de manera positiva en la vocación profesional y en la selección de carreras del siglo XXI.

### La capacitación docente con enfoque STEM y hacia el E-STEM

Desde hace una década, en Europa se desarrollan investigaciones sobre la educación STEM. Muestra de ello, Mahecha *et al.* (2021) describen un evento significativo:

El Parlamento de la Unión Europea utilizó el documento *Encouraging STEM studies for the labour market* para implementarlo en su política pública de educación, con el objetivo de aplicarlo en el aula y de esta forma arraigarlo dentro de su formación y cultura de aprender. (pp. 14-15)

Enseguida, algunos países de la Unión Europea adoptaron el STEM para trabajar en el rango desde educación preescolar hasta educación superior. En este proceso se mantiene una formación continua de la planta educativa.

Por un lado, la integración de las materias académicas no aterriza, en muchos casos, con una:

especialización imperante entre el profesorado. Y, por otro, aunque el enfoque STEM integrado requiere de un conocimiento

generalista (u holístico), al mismo tiempo demanda un buen dominio de las diferentes áreas del conocimiento, tanto a nivel conceptual, procedimental y epistemológico, para que la integración no sea meramente anecdótica. (Bogdan y García, 2021, p. 71)

En este marco, en octubre de 2023, en Quito, Enrique Pérez, subsecretario de Educación del Distrito de Quito y Claudia Arteaga, directora de la Fidal, firmaron un Convenio Específico de Cooperación para capacitar a docentes en el enfoque educativo E-STEM (Mineduc, 2023).

Los docentes recibieron —de forma presencial y virtual (híbrida)— estrategias metodológicas con enfoque educativo E-STEM para desarrollar y promover conocimientos, habilidades, competencias y destrezas del siglo XXI con el objetivo de mejorar sus procesos de enseñanza y aprendizaje.

Mediante este convenio, se buscó incentivar —en los estudiantes— el interés por las ciencias y la tecnología. Por esta razón, se aplicaron y supervisaron proyectos interdisciplinarios con la orientación de docentes capacitados. Asimismo, se involucró a la capacitación a miembros de la comunidad educativa y aliados estratégicos.

### Interdisciplinariedad en la educación

Uno de los objetivos de aprendizaje para promover la educación para el desarrollo sostenible (EDS) es adoptar perspectivas multidisciplinarias, interdisciplinarias y transdisciplinarias sobre temas de cambio mundial y sus manifestaciones locales (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [Unesco], 2017). La EDS, en ese sentido, está definida como una metodología de aprendizaje interdisciplinaria, la cual cubre de manera integral los aspectos sociales, económicos y ambientales del currículo formal e informal.

La interdisciplinariedad, en específico, es una concepción holística de la realidad y fue acuñada en 1937 por el sociólogo Louis Wirth. Este término, por otro lado, supone la existencia

de algunas disciplinas relacionadas entre sí y con vínculos establecidos, lo que evita que se desarrollen acciones de forma aislada y dispersa. Se trata, también, de un proceso sinérgico que pretende encontrar soluciones eficientes a diferentes dificultades. Aunque, de manera general, se puede pensar que la interdisciplinariedad es el espacio de interacción entre las diferentes ciencias.

En particular, la educación con el enfoque STEM implica un esfuerzo de los educadores para que los estudiantes participen en el diseño y el pensamiento de la ingeniería; todo ello como un medio para desarrollar y explorar tecnologías a través de un aprendizaje profundo y de la aplicación de las matemáticas, la ciencia y otras disciplinas —estudios sociales, idiomas, artes, entre otras— (Ministerio de Educación Nacional, 2022). Dicho de otro modo, el enfoque STEM integra y aplica conceptos de ética, ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas de manera interdisciplinaria. El objetivo es mostrar a los estudiantes cómo estas disciplinas están interconectadas en el mundo real y aportan al desarrollo de la educación.

## METODOLOGÍA DE LA EDUCACIÓN CON EL ENFOQUE STEM

### Aprendizaje basado en problemas (ABP)

La educación en STEM integra diversas metodologías de enseñanza y facilita el manejo eficiente de distintos tipos de pensamiento, conectando diversas disciplinas científicas. Esto fomenta el desarrollo de habilidades de pensamiento cualitativo, cuantitativo, espacial y crítico, esenciales para la resolución de problemas en diversos contextos (Ferrada *et al.*, 2019).

La resolución de problemas es posible gracias al pensamiento crítico, el aprendizaje basado en problemas (ABP) y proyectos prácticos que aporten a la comunidad local y al desarrollo de la ciencia. Los estudiantes aplican conocimientos en ética, ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas para abordar desafíos del mundo real, desde lo glocal (pensar localmente y actuar globalmente). La cooperación, el trabajo en equipo y el enfoque interdisciplinario son fundamentales, mientras que, el uso de la tecnología fortalece las habilidades de resolución de problemas, en especial en un entorno digital.



## Aprendizaje basado en proyectos (ABP)

El Servicio de Innovación y Formación y el Departamento de Didáctica de las Matemáticas y las Ciencias Experimentales de la Universidad Autónoma de Barcelona, en 2018, implementaron una investigación en el ámbito del desempeño docente. Los resultados preliminares expusieron que no existía innovación en la práctica del profesorado. De esta forma, las instituciones involucradas desarrollaron y ejecutaron un proceso de capacitación a 82 docentes de las especialidades de ciencias, matemáticas, tecnología en ABP y STEM sobre la presentación de buenas prácticas y diseño de propuestas con la ayuda de mentores (Casal *et al.*, 2019).

El impacto de estas capacitaciones fue positivo, porque la enseñanza-aprendizaje mejoró a tal grado de que los contenidos abordados en las aulas sirvieron a los discentes para afrontar problemas de la vida cotidiana. Por otro lado, la investigación corroboró que el enfoque STEM tiene como objetivo aumentar las vocaciones en las áreas científico-tecnológicas, dado que integra diversas herramientas y metodologías didácticas. En este contexto, el aprendizaje basado en proyectos (ABP) es una metodología clave que facilita el logro de los objetivos de STEM, ya que involucra a los estudiantes en actividades prácticas y proyectos que simulan situaciones del mundo real.

El *Modelo Pedagógico de la UNAE* (2015), en este marco, presenta un valioso aporte al destacar la relevancia del aprendizaje activo y participativo. Al basarse en los principios del aprender haciendo, el enfoque de la universidad reconoce al estudiante como el principal protagonista de su propio proceso educativo, lo cual impulsa un involucramiento activo en el análisis de casos, el aprendizaje basado en proyectos y la resolución de problemas.

En el Distrito 17D01 Noroccidente Educación de la Mancomunidad del Chocó Andino los docentes, estudiantes, madres y padres de familia intervienen en el desarrollo de los proyectos. Se emplea, en este sentido, el trabajo

colaborativo y la *minga* como un taller: técnica para el aprendizaje. Esta, además, permite regenerar y reducir la utilización de los agroquímicos, productos sintéticos como “fungisidas”, “plaguicidas”, en donde sufijo *sida* es sinónimo de muerte y destrucción en relación con la enfermedad. Estos y otros aspectos deben ser contemplados en el diseño, prototipado y ejecución de proyectos.

## Indagación guiada

Por otro lado, se encuentra la indagación guiada, la cual fomenta la curiosidad y la exploración al permitir que los estudiantes pregunten, investiguen y descubran respuestas por sí mismos. En esta metodología, los educadores actúan como tutores: facilitan el proceso de indagación y estructuran preguntas significativas.

## Aprendizaje cooperativo

En otro orden de cosas, el aprendizaje cooperativo supone que el estudiantado debe trabajar en grupos para completar actividades y resolver problemas. Todo ello con el objetivo de colaborar, comunicarse y compartir conocimientos entre pares.

## Integración tecnológica

La incorporación de tecnología en el aula — como simulaciones, *software* de modelado, dispositivos de realidad virtual y herramientas de programación— permite a los estudiantes explorar conceptos STEM de manera interactiva y experiencial.

## Retos y oportunidades de la E-STEM

El uso de la tecnología y el enfoque E-STEM presenta una serie de retos y oportunidades, tanto en el proceso educativo como en la formación docente. A continuación, se enlista un análisis crítico:

## Retos

- **Brecha tecnológica:** la implementación efectiva de E-STEM enfrenta el desafío de la brecha tecnológica, donde algunos centros educativos pueden tener acceso limitado a estos recursos. Esto puede perpetuar desigualdades en el acceso a una educación de calidad.
- **Capacitación docente:** la integración exitosa de la tecnología en la educación con el enfoque E-STEM requiere una sólida formación docente. Algunos educadores pueden carecer de las habilidades necesarias para utilizar herramientas digitales de manera efectiva, lo que afecta la calidad en el desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje.
- **Sostenibilidad:** la dependencia de la tecnología en la educación genera problemas de sostenibilidad a largo plazo. La rápida obsolescencia de dispositivos y plataformas digitales puede requerir inversiones constantes y plantear desafíos financieros.

## Oportunidades

- **Aprendizaje personalizado:** la tecnología en la educación —con la aplicación del enfoque E-STEM— permite la adaptación del contenido educativo según las necesidades individuales del estudiante. Esto crea oportunidades para un proceso de formación más personalizado y la atención a diferentes estilos de aprendizaje.
- **Acceso a recursos globales:** el enfoque STEM amplía el acceso a recursos educativos a nivel mundial. Los estudiantes y docentes pueden acceder a investigaciones, experimentos y colaboraciones internacionales; todo ello enriquece el proceso educativo.
- **Innovación en la enseñanza:** la tecnología proporciona herramientas innovadoras para la enseñanza STEM como simulaciones interactivas, realidad virtual y laboratorios virtuales. Estos recursos permiten que los conceptos abstractos sean más tangibles y comprensibles.
- **Colaboración en línea:** la tecnología facilita la colaboración entre docentes y estudiantes,

así como entre instituciones educativas. Para tal fin, se emplea la conformación de redes de aprendizaje y capacitación. Las plataformas en línea posibilitan la creación de comunidades educativas virtuales donde se comparten recursos y experiencias.

## E-STEM en la educación y capacitación docente en la ruralidad. Distrito 17D01 Noroccidente Educación de la Mancomunidad del Chocó Andino

El enfoque STEM tiene aristas pedagógicas y metodológicas autodirigidas, las cuales promueven la determinación propia del alumno para aprender del mundo real y de las situaciones relevantes, en donde cometer errores es parte del proceso de enseñanza-aprendizaje (PEA). Es más, los problemas constituyen oportunidades. Con esta nueva concepción, el alumno logra interés y motivación para aprender.

El enfoque STEM, asimismo, es una opción para la inclusión de estudiantes neurodiversos y el cumplimiento del principio de la educación durante toda la vida, ya que aporta en el desarrollo de los pilares de la educación: aprender a aprender, aprender a hacer, aprender a ser, aprender a compartir y convivir con los demás; aquello supone una formación en la diversidad y en el emprendimiento.

Por otro lado, este enfoque facilita la adaptación a múltiples ritmos de aprendizaje y a las distintas inteligencias, dado que permite el desarrollo de proyectos individuales y en equipo. El rol central de los docentes, en este punto, radica en inspirar a los miembros de la comunidad educativa; sobre todo, a estudiantes, pues son el centro de la educación. En la actualidad, se requiere de una mediación docente que promueva una educación reflexiva, crítica, creativa, liberadora y transformadora.

En el desarrollo del pensamiento integral para la resolución de problemas y la aplicación del E-STEM (ética, ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas), la ciencia sirve para la exploración de trabajos existentes, la aplicación de lo experimental, consenso disciplinar, búsqueda eficiente de la información y relacionar la teoría

con la práctica. De hecho, trata los fenómenos naturales, sus causas, efectos y comportamientos como la biomedicina, bioquímica, sociales, filosofía, economía, psicología, ciencias de la tierra y ciencias básicas.

En este sentido, la tecnología satisface necesidades para resolver problemas; por ello, el enfoque E-STEM contempla la alfabetización digital; es decir: el fortalecimiento de capacidades y conocimientos con los cuales el ser humano crea. La ingeniería, por ejemplo, es la medición de variables, en donde se aplica la lógica, creatividad, matemática y tecnologías para la investigación/aprendizaje significativo, exploración, indagación, diseño, construcción y operación.

La matemática, por su lado, se emplea para el desarrollo del razonamiento lógico y la resolución de problemas —procesos de abstracción, algoritmos/patrones y estadística—. El arte —en tanto comunica— potencia el desarrollo de la creatividad e investigación, el empleo de recursos reciclables que también aportan al fomento de la creatividad. El arte abarca, en general, la parte cultural, social e histórica del ser humano.

Ahora bien, el principal problema que se presenta en la comunidad e instituciones educativas de la zona rural 17D01 Noroccidente del Distrito Metropolitano de Quito es la falta de conectividad, intermitencia en la electricidad y sobre todo carencia de equipos tecnológicos e informáticos. Sin embargo, los integrantes de la comunidad educativa son creativos al buscar mejores opciones de capacitación con la finalidad de mantenerse actualizados.

Otro factor que incide en la calidad educativa es la permanente rotación de los docentes, quienes, por situaciones geográficas, deciden trabajar unos meses y buscan opciones en las diferentes ciudades. La normativa legal para la selección de talento humano no aporta para una selección pertinente y contextualizada de profesionales de la educación, en especial de Bachillerato.

Pese a los esfuerzos realizados por el personal y autoridades del Distrito 17D01, se

conoce muy poco sobre la riqueza y biodiversidad de la MCA, similar situación sucede con los pobladores del Distrito Metropolitano de Quito y, peor aún, de otras ciudades y latitudes. Todavía no se valora la conexión con la naturaleza e identidad con el territorio.

Conscientes de esta problemática, el equipo de Fidal mantiene activo el programa de mentorías, el cual está dirigido a 70 docentes de 10 instituciones educativas del Distrito Noroccidente para el diseño, aplicación y seguimiento en la ejecución del proyecto E-STEM. Ahora bien, en el proceso de capacitación se fomenta el ABP, gamificación, aula invertida, aprendizaje cooperativo, inclusión de las mujeres en la ciencia, metodologías educativas y aplicaciones tecnológicas para un aprendizaje significativo.

El personal de la Academia E-STEM de Fidal, por otro lado, ha impulsado la creación de proyectos innovadores en los espacios de aprendizaje que responden a las necesidades del contexto, los requerimientos del territorio y el currículo nacional; todo ello para mejorar el aprendizaje de matemáticas, biología, ciencias y medio ambiente. A través del programa de formación para docentes de Educación Básica y Bachillerato, con enfoque educativo E-STEM, se ha logrado incentivar el trabajo entre estudiantes y docentes del 17D01 Noroccidente del Distrito Metropolitano de Quito.

Vale mencionar que la aplicación de este proyecto —en este sector— enfatiza los objetivos de desarrollo sostenible (ODS); en especial, los numerales 4 y 5 que corresponden a educación de calidad e igualdad de género. También se aplican —de manera intencionada— rutinas del pensamiento y se trabaja en *classroom* mediante la inter, trans y multidisciplinariedad.

Luego del proceso de capacitación, se trabaja en tres proyectos E-STEM mediante una estructura de proyectos avalada. Las síntesis de las citadas propuestas se encuentran publicados en la página web Wix que es gratuita. El equipo técnico de Fidal, al día de hoy, continúa la fase de prototipado, seguimiento y acompañamiento de cada uno de los proyectos. Actualmente,

en la parroquia de Nanegalito, se realizan tres proyectos cooperativos en varias instituciones educativas de la zona y se cuenta con la participación de los integrantes de la comunidad educativa.

**Figura 1. Proyectos en la plataforma Wix**



**Fuente:** elaboración propia

Los proyectos mencionados exponen la creación de cuadernos con hojas de papel recicladas y responden a los requerimientos de los integrantes de la comunidad educativa, en especial de los estudiantes. En el proyecto ¡Cociendo Sonrisas! ¡Si No Reciclo, Reúso! se realiza la fabricación de papel ecológico y se completa el proceso hasta obtener los citados cuadernos.

El proyecto denominado *Me Divierto y Aprendo con Responsabilidad* —juego interactivo y de aprendizaje— sirve para que los discentes tengan acceso a jugar y aprender en los espacios educativos. Se contempla, en él, al factor lúdico como una herramienta poderosa que involucra la mente, el cuerpo y el espíritu y aporta a la educación. El juego es una actividad muy seria que permite al ser humano sociabilizar, descubrir, investigar y amar al mundo que nos rodea; por ello, su importancia.

El proyecto *Libre de Impurezas en Cada Sorbo* —purificador de agua— tributa para que los estudiantes, docentes y autoridades,

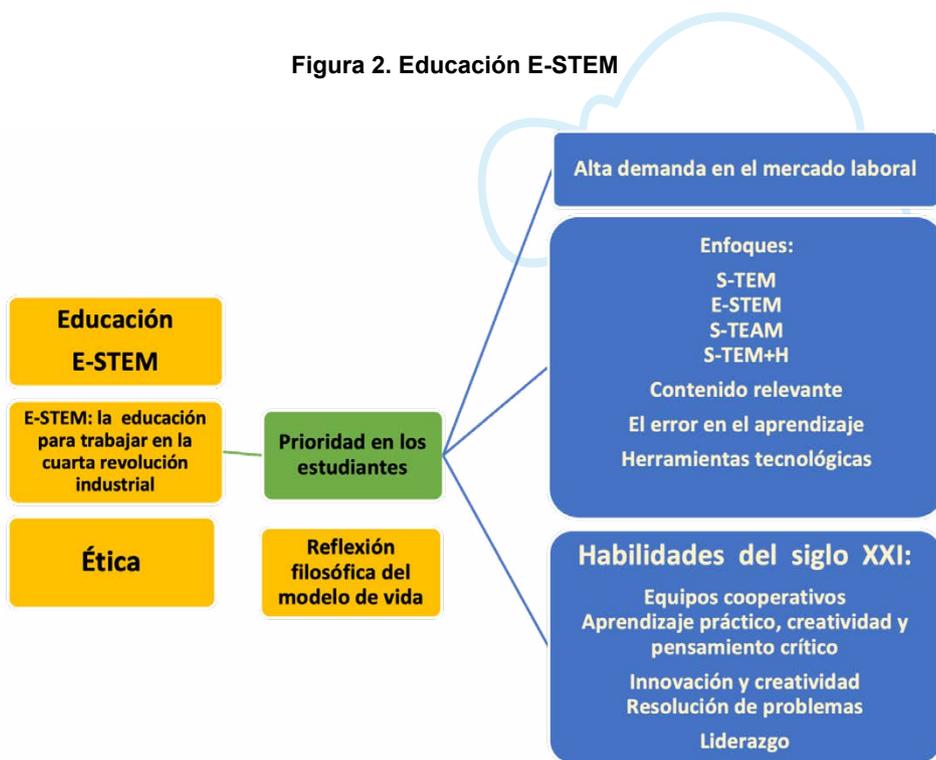
personal administrativo y de apoyo, madres y padres de familia —así como los integrantes de la comunidad local— conozcan alternativas de uso y reutilización de materiales a favor del medio ambiente y la salud de los seres humanos. Es clave, en este sentido, el proceso de prototipado y el purificador de agua, pues marcará un antes y un después para los estudiantes de las instituciones educativas.

Los centros educativos participantes se encuentran ubicados en la MCA. Esta zona es protegida y pertenece desde el 26 de julio de 2018 a la Red Mundial de Reservas de Biósfera del Programa sobre el Hombre y la Biósfera (MAB) de la Unesco (2017); cuyo principal objetivo es armonizar la conservación de la diversidad biológica y cultural y el desarrollo económico y social, a través de la relación de las personas con la naturaleza. En el lugar se encuentran especies únicas, se produce y gestiona agua, se mantienen colectivos de familias y asociaciones que fabrican panela, chocolate, café, té, palmito, yogurt y demás productos orgánicos.

No obstante, por más que el desarrollo estos proyectos esté en fase de ejecución permanente, es menester que los mismos se apliquen en los diferentes espacios de aprendizaje y aporten en la transformación educativa del MCA al unir la ciencia con la consciencia.

Ahora bien, las competencias transversales de todos estos proyectos se basan en pensar, comunicar(nos) y convivir en armonía con la naturaleza y la otredad; en donde es clave la transformación pedagógica. En esta dinámica, es menester permutar el proceso de enseñar por aprender a enseñar, cuyo fin es el desarrollo humano en el marco del buen vivir. De igual manera, ello tiene relación con la transformación pedagógica en América Latina, pues los ejes del cambio curricular son las competencias comunicativas, competencias socioemocionales y competencias humanas para disminuir las brechas en educación.

Figura 2. Educación E-STEM



Fuente: elaboración propia

El enfoque E-STEM (ética, ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas), aplicado en la zona 17D01 Noroccidente del Distrito Metropolitano de Quito, profundizó de manera planificada e intencionada el desarrollo de la persona humana a través de la inteligencia. En este sentido, el rol tradicional del educador —“transmisor” de conocimientos— cambió a la figura del facilitador —guía en el proceso de formación— y la experiencia de aprendizaje se basó en un modelo personalizado que contribuye a una educación durante toda la vida con un aprendizaje activo, autodirigido y exploratorio con un acceso libre, en cualquier momento, en cualquier lugar y en cualquier dispositivo.

En estos proyectos, además, se abordó la temática vinculada a la transformación educativa planteada por el Ministerio de Educación, los retos de los docentes en la sociedad del conocimiento, los principios del proceso formativo, las competencias educativas para el siglo XXI, las características del enfoque educativo E-STEM y la forma de desarrollarlo en los diferentes

espacios de enseñanza y aprendizaje. Para tal fin, se empleó el ABP, la gamificación, el currículo flexible E-STEM, la inclusión de las mujeres en la ciencia, metodologías educativas como el aula invertida y aplicaciones tecnológicas.

Para Diego Apolo (2023), la tecnología no es el fin, sino el medio para mejorar los sistemas de aprendizaje y lograr un estado de buen vivir en la sociedad. Por ello, la clave está en la reconceptualización de lo que supone el término *educación*. Es decir: se debe pasar de lo teórico a lo práctico —aprender haciendo— para crear una experiencia de aprendizaje significativa y con un diálogo de saberes.

Con el enfoque STEM, de hecho, se superó al constructivismo. En la actualidad —con el avance de la tecnología y la aplicación de la ciencia a todas las áreas del conocimiento humano—, se debe hablar de conectivismo, pues la tecnología y las redes sociales permiten mejorar los procesos de análisis, reflexión y puesta en práctica de los conocimientos en la educación.

Otro aspecto importante —alrededor del enfoque STEM— es el aprendizaje cooperativo, dado que este es un sistema completo, complejo y organizacional donde se distribuye, a los estudiantes, roles y tareas en forma periódica para resolver problemas, aplicar sus capacidades y competencias en una educación integral. Se enfatiza, de este modo, en el proceso de quien aprende y no en el resultado; por ello, es trascendental la evaluación formativa. Es cabal indicar que en el aprendizaje cooperativo se consideran fundamentales las comunidades de aprendizaje.

### La ética en el enfoque E-STEM

La ética es una rama de la filosofía que se ocupa del estudio de la moralidad, los valores y los principios que guían el comportamiento humano. Además, se centra en la reflexión y el análisis de lo que se considera correcto o incorrecto, bueno o malo y cómo se debería actuar en diferentes situaciones. La ética, en paralelo, busca comprender y cuestionar conceptos como la justicia, la virtud, el deber, la responsabilidad y la libertad. También proporciona principios y normas que orienten la conducta humana —tanto a nivel individual como colectivo— y establece pautas para tomar decisiones morales.

Ahora bien, existen diferentes enfoques éticos como la ética de la virtud y la ética del cuidado para cada uno de los profesionales en el lugar que se desenvuelvan, que ofrecen diferentes perspectivas sobre cómo determinar lo moralmente correcto. Además, la ética se aplica a diversas áreas de la vida como la ética profesional, la ética médica, la ética empresarial, la ética civil y la ética ambiental, adaptándose a los distintos contextos y problemáticas que surgen en cada ámbito y se aplica en el enfoque E-STEM.

En la ética profesional se debe considerar la lealtad, como la fidelidad en el servicio, a uno mismo y a los demás; la vocación de servicio como esa sensibilidad hacia los otros, en donde se puede aplicar el valor agregado; la confidencialidad de la información y su reserva; la responsabilidad de nuestros actos en el ejercicio

de la profesión y en cada uno de los espacios en donde nos desenvolvemos: el respeto y trato adecuado a uno mismo y a las otras personas y la integridad mediante un actuar bajo principios; lo cual se contextualiza al desarrollo de proyectos en la zona rural del Distrito 17D01 Noroccidente en la Mancomunidad del Chocó Andino del Distrito Metropolitano de Quito.

Por lo mencionado, la ética en el E-STEM es trascendental para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje (PEA), la cual busca la innovación y transformación educativa. En la actualidad, el Mineduc la ha incluido como una competencia en el currículo centrado en la persona.

## CONCLUSIONES

El presente documento sistematiza el enfoque STEM —como integración curricular de las ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas— para la cimentación de la aplicación del E-STEM con la ética y las cuatro áreas citadas. Todo ello con el objetivo de desarrollar proyectos y capacitar a docentes en las instituciones fiscales de la ruralidad del Distrito 17D01 Noroccidente Educación de la MCA. Así, a partir del enfoque STEM, se ha logrado un trabajo interdisciplinario, innovador y colaborativo y en conexión con la naturaleza; un trabajo comunitario que despertó la curiosidad, la motivación por aprender y desaprender en donde el error es parte del proceso del PEA.

Por otro lado, con este enfoque se han promovido los retos personales y comunitarios en espacios naturales y seguros en donde se fomenta la educación significativa, contextualizada y con el aprovechamiento de los recursos naturales y tecnológicos. En este punto, se hace referencia a la práctica de metodologías activas, contextualizadas y pertinentes que se adaptan al contexto socioecológico y cultural específico de la zona. El STEM, asimismo, posibilitó identificar las vinculaciones e interacciones entre la sociedad, la tecnología y la naturaleza, la realidad

local y global desde una mirada humana y crítica de los estudiantes, docentes, madres y padres de familia de los centros educativos públicos.

A través de la creación de cuadernos ecológicos, juegos interactivos y purificadores de agua, se fomentó el compromiso con el medio ambiente y la salud, al tiempo que se fortalecían las habilidades científicas y tecnológicas tanto de los docentes como de los estudiantes. Es importante notar que se desarrolló la creatividad, se potenció el ABP, el aula invertida, la gamificación, entre otros. Estos proyectos, en torno al enfoque STEM, no solo contribuyeron a la transformación educativa en la MCA, sino que también reflejaron un enfoque pedagógico inclusivo y adaptado a las necesidades locales. Por lo mismo, es fundamental continuar promoviendo la ciencia con consciencia y persistencia para lograr una coexistencia armoniosa y sostenible.

Esto último, por su lado, armoniza con las políticas del Mineduc (2023) que enfatizan en las competencias transversales: pensar, comunicarnos y convivir y la transformación pedagógica para pasar de enseñar a aprender a aplicar. Esta visión, sin embargo, no funciona de manera individual, sino se condensa en un fin global: el desarrollo humano en el marco del buen vivir, lo cual es contemplado en la educación y en el proceso de capacitación en E-STEM.

Por último, en el enfoque E-STEM, es importante una dimensión ética, pues esta se ocupa de analizar y reflexionar sobre las acciones humanas desde una perspectiva moral para buscar el bienestar y el desarrollo humano en armonía con los valores fundamentales. La ética, de hecho, es el respeto a la vida en todas sus formas y, por ello, debe ser contemplada en el PEA de los estudiantes, así como en buenas prácticas agroecológicas (BPA).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arcos, E. y Torres, O. (2019). *Metodología Bosque Escuela para la Red Bosque Escuela del Chocó Andino*. Fundación Imaymana. <https://mancomunidadchocoandino.gob.ec/procesos/bosque-escuela-del-choco-andino/>
- Apolo, D. (2023). *Recuperación de Aprendizajes y Tecnología*. ABC-D. La sociedad digital. Fundación Telefónica. <https://fundaciontelefonica.com.ec/cultura-digital/abc-d-la-sociedad-digital/>
- Cano, L. y Ángel, I. (2020). *Medellín Territorio STEM+H. Un diagnóstico de la Secretaría de Educación de Medellín sobre el desarrollo del enfoque en las instituciones educativas de la ciudad*. Universidad Pontificia Bolivariana. <https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/6205/Medellin%20Territorio%20STEM%20BH.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Casal, J., Lope, S. y Mora, L. (2019). Qué proyectos STEM diseña y qué dificultades expresa el profesorado de secundaria sobre aprendizaje basado en proyectos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(2), 1-16. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/4762/5376>
- Coello, S., Crespo Vaca, T., Hidalgo Crespo, J. y Díaz Jiménez, D. (2018). El modelo STEM como recurso metodológico didáctico para construir el conocimiento científico crítico de estudiantes de Física. *Latin-American Journal of Physics Education*, 12(2), 1-8. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6556407>
- Ferrada, C., Díaz Levicoy, D., Salgado Orellana, N. y Parraguez, R. (2019). Propuesta de actividades STEM con Bee-bot en matemática. *Educación matemática en la infancia*, 8(1), 33-43. <https://revistas.uva.es/index.php/edmain/article/view/5908/4429>
- Díaz, F. (2006). *Enseñanza situada vínculo entre la escuela y la vida*. McGraw-Hill.
- Bogdan, R. y García, A. (2021). “De STEM nos gusta todo menos STEM”. Análisis crítico de una tendencia educativa de moda. *Enseñanza de las Ciencias*, 39(1), 65-80. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/10.5565-rev-ensciencias.3093/479915>
- Genevieve Chia, R. (06 de enero de 2023). *En Singapur, las mujeres se mantienen alejadas de las carreras científicas*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. <https://courier.unesco.org/es/articles/>

en-singapur-las-mujeres-se-mantienen-alejadas-de-las-carreras-cientificas

Rojas, G. y Gras, M. (2023). *Educación STEM y su aplicación. Una estrategia inclusiva, sostenible y universal para preescolar y primaria*. Movimiento STEAM y Fundación SM. [https://www.movimientostem.org/wp-content/uploads/2023/08/Educacion-STEM-y-su-aplicacion\\_-\\_preescolar-y-primaria.pdf](https://www.movimientostem.org/wp-content/uploads/2023/08/Educacion-STEM-y-su-aplicacion_-_preescolar-y-primaria.pdf)

Mahecha Valero, A., Rodríguez Aguazaco, C. y Arboleda Barrantes, C. (2021). *La educación STEM en la práctica docente: Una propuesta pedagógica para fortalecer las 4 C'S del siglo XXI en los estudiantes de grado 9° del colegio Champagnat de Bogotá* [Tesis de maestría, Universidad La Gran Colombia]. Repositorio de la Universidad La Gran Colombia. <https://repository.ugc.edu.co/handle/11396/6992>

Martín, O. y Santaolalla, E. (2020). Formación con "con-ciencia". *Padres y Maestros*, (381), 41-46. doi:10.14422/pym.i381.y2020.006

Meza, H. y Duarte, E. (2020). La metodología STEAM aplicada en el desarrollo de competencias y la resolución de problemas. En *Universidad Nacional: una nueva mirada en la mediación pedagógica al encuentro con el sentido de aprendizaje en los procesos educativos* (pp. 105-128). Universidad Nacional de Costa Rica. <https://www.jadecr.com/librosdigitales/libroeducativo/HTML/>

Ministerio de Educación [Mineduc]. (11 de octubre de 2023). *Docentes de Quito recibirán capacitaciones en metodología E-STEM*. Ministerio de Educación. <https://educacion.gob.ec/docentes-de-quito-recibiran-capacitaciones-en-metodologia-e-stem/>

Ministerio de Educación Nacional. (2022). *STEM Educación Expandida para la vida*. Ministerio de Educación Nacional. <https://eduteka.icesi.edu.co/articulos/explora-oei-men-vision-stem>

Ramía, P. (2 de septiembre de 2021). Educación STEM para el desarrollo sostenible. *Portal de noticias USFQ*. <https://noticias.usfq.edu.ec/2021/02/educacion-stem-para-el-desarrollo.html>

RED de Educación STEM Latinoamérica. (19 de enero de 2023). *II encuentro STEM Latinoamérica*. RED de Educación STEM Latinoamérica. <https://monterrey.encuentroredstemlatam.org/declaracion-de-monterrey/>

Reyes, A. (2019). *Visiones sobre la educación STEM en el sector educativo de la ciudad de Bogotá* [Tesis de licenciatura, Universidad de los Andes]. Repositorio de la Universidad de los Andes.

<https://repositorio.uniandes.edu.co/entities/publication/12d80690-af4b-4091-b2a1-af74d22d1ed6>

Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación [Senescyt]. (Boletín de prensa No. 178, Quito 30 de octubre de 2018). Obtenido de <https://www.educacionsuperior.gob.ec/stem-ecuador-incentiva-el-estudio-de-las-ciencias-en-la-ninez/>

Educación STEM Latinoamérica. (04 de diciembre de 2023). *Declaración de Santiago: El compromiso de la Red para este 2024*. Educación STEM Latinoamérica. <https://educacion.stem.siemens-stiftung.org/la-declaracion-de-santiago-un-compromiso-educativo/>

Universidad Nacional de Educación [UNAE]. (2015). *Modelo Pedagógico de la UNAE*. Universidad Nacional de Educación. <https://unae.edu.ec/wp-content/uploads/2019/11/modelo-pedagogico-unaec.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [Unesco]. (2017). *Educación para los objetivos de desarrollo sostenible: objetivos de aprendizaje*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000252423>

