



ATE Y STEM: precisiones pedagógicas de su aplicación en la educación en tecnología

- ATE and STEM: pedagogical clarifications of its application in technology education
- ATE e STEM: precisões pedagógicas de relação à sua aplicação na educação em tecnologia

Forma de citar este artículo:

Pulido Varela, J. A. (2025). ATE Y STEM: precisiones pedagógicas de su aplicación en la educación en tecnología. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (58), 274 - 291. <https://doi.org/10.17227/ted.num.58-22042>

Resumen

La integración de la tecnología y las ciencias en los currículos escolares es crucial para preparar a los estudiantes para el siglo XXI. Dos componentes destacados en este ámbito son la Actividad Tecnológica Escolar (ATE) y STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). Ambos buscan desarrollar habilidades críticas y competencias en los estudiantes, pero de maneras diferentes.

Este artículo explora las precisiones pedagógicas para explicar y aplicar ATE y STEM en la educación tecnológica. Se ofrece un marco teórico que define y contextualiza ambas propuestas, analizando sus teorías pedagógicas. Se presentan los componentes esenciales del diseño didáctico para las ATE y en el enfoque STEM se examina en términos de integración disciplinaria, así mismo se comparan ATE y STEM, identificando similitudes y diferencias clave para su práctica en el aula y finalmente se establecen algunas pautas para su implementación.

El artículo incluye los hallazgos principales en cuanto a similitudes y diferencias, así como su potencial integración y algunas recomendaciones para su aplicación pedagógica, destacando la pertinencia e importancia para enriquecer la formación de los estudiantes, igualmente inspirando a educadores a innovar en sus métodos de enseñanza.

Palabras clave

ATE; STEM; educación en tecnología; tecnología

John Alexander Pulido Varela*  

* Licenciado en Diseño Tecnológico -UPN-, Magíster en Tecnologías de la Información aplicadas a la Educación -UPN-, Doctor en Educación -UAM-. Docente, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad de Ciencia y Educación, Bogotá, Colombia. japulidov@udistrital.edu.co

Artículo de ensayo

Fecha de recepción: 19/08/2024
Fecha de aprobación: 10/04/2025
Fecha de publicación: 01/07/2025



Abstract

The integration of technology and science into school curricula is essential for preparing students for the 21st century. Two key components in this area are School Technological Activity (ATE) and STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics). Both aim to develop critical skills and competencies in students, albeit through different approaches.

This article explores the pedagogical clarifications needed to explain and apply ATE and STEM within technology education. It provides a theoretical framework that defines and contextualises both approaches by analysing their pedagogical underpinnings. The essential components of didactic design for ATE are presented, while the STEM approach is examined in terms of disciplinary integration. A comparison of ATE and STEM is offered, identifying key similarities and differences in classroom practice, followed by implementation guidelines.

The article highlights major findings regarding commonalities and distinctions, the potential for integration, and recommendations for pedagogical application. It underscores the relevance and importance of both approaches for enhancing student learning, while also inspiring educators to innovate in their teaching methods.

Keywords

ATE; STEM; technology education; technology

Resumo

A integração entre tecnologia e ciências nos currículos escolares é fundamental para preparar os estudantes para o século XXI. Dois componentes de destaque nesse campo são a Atividade Tecnológica Escolar (ATE) e o STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática). Ambos buscam desenvolver habilidades críticas e competências nos estudantes, embora por meio de abordagens distintas.

Este artigo explora as precisões pedagógicas necessárias para explicar e aplicar a ATE e o STEM na educação em tecnologia. Apresenta-se um referencial teórico que define e contextualiza ambas as propostas, com base na análise de suas fundamentações pedagógicas. São descritos os componentes essenciais do desenho didático para a ATE, e o enfoque STEM é examinado em termos de integração disciplinar. Realiza-se uma comparação entre ATE e STEM, identificando semelhanças e diferenças relevantes para a prática em sala de aula, e propõem-se diretrizes para sua implementação.

O artigo destaca os principais achados quanto às convergências e divergências entre as abordagens, seu potencial de integração e recomendações para sua aplicação pedagógica, ressaltando sua pertinência e importância para enriquecer a formação dos estudantes, além de inspirar educadores a inovar em suas práticas de ensino.

Palavras-chave

ATE; STEM; educação em tecnologia; tecnologia

Introducción

En la actualidad, la integración de la tecnología y las ciencias en los currículos escolares se ha vuelto esencial para preparar a los estudiantes para los desafíos del siglo XXI. Dentro de este ámbito, se destacan dos enfoques pedagógicos: las Actividades Tecnológicas Escolares (ATE) y el enfoque STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). Ambos buscan desarrollar habilidades críticas y competencias en los estudiantes, aunque de maneras distintas y complementarias (Quintana, 2015; Holguín, 2012).

Este artículo tiene como objetivo explorar las precisiones pedagógicas necesarias para la implementación efectiva de ATE y STEM en la educación en tecnología. Para ello, se presenta un marco teórico que define y contextualiza ambos enfoques, analizando sus teorías pedagógicas subyacentes. Se describen los componentes esenciales del diseño didáctico de las ATE y se examina el enfoque STEM en términos de integración disciplinaria, permitiendo una comparación detallada de las similitudes y diferencias entre ambos enfoques (Otálora, 2008; Quintana *et al.*, 2014).

Las ATE se conciben como unidades didácticas diseñadas para abordar diversas dimensiones de la tecnología, integrando estrategias como el diseño, el análisis y el enfoque CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad). Estas actividades permiten un aprendizaje activo y reflexivo, donde tanto la acción del estudiante como del docente son cruciales para el desarrollo de competencias tecnológicas y comunicativas (Holguín, 2012; Vasco, 2006). Por otro lado, el enfoque STEM se centra en la integración de disciplinas científicas y tecnológicas, promoviendo la resolución de problemas y el pensamiento crítico a través de proyectos interdisciplinarios (Quintana, 2015).

A lo largo del artículo, se presentan los hallazgos principales en cuanto a las similitudes y diferencias entre ATE y STEM, así como su potencial integración en el aula. Además, se ofrecen recomendaciones para su aplicación pedagógica, destacando la importancia de ambos enfoques para enriquecer la formación de los estudiantes y fomentar la innovación en los métodos de enseñanza (Breukelen *et al.*, 2016; Merchán, 2014).

Finalmente, este artículo destaca la pertinencia e importancia de las ATE y el enfoque STEM para la educación tecnológica contemporánea. Al analizar sus bases pedagógicas y prácticas educativas, se espera inspirar a los educadores a adoptar y adaptar estos enfoques en sus contextos específicos, promoviendo un aprendizaje significativo y relevante para los estudiantes del siglo XXI (Quintana *et al.*, 2014; Otálora, 2008).

Metodología

Este estudio se fundamenta en un *análisis documental y comparativo*, a través de la revisión de fuentes académicas sobre las ATE y el enfoque STEM. El propósito de esta metodología es identificar, analizar y contrastar las similitudes y diferencias entre ambos enfoques pedagógicos dentro del contexto de la educación tecnológica.

Para la construcción del marco teórico y la fundamentación del estudio, se establecieron criterios de búsqueda y selección de referencias. Se consideraron fuentes académicas como artículos científicos y tesis publicadas en revistas indexadas y repositorios especializados. Asimismo, se priorizaron estudios publicados en los últimos diez años, sin excluir textos clásicos que han sido determinantes en la conceptualización de ATE y STEM. La selección de documentos se centró en aquellos que abordaran estrategias didácticas, diseño curricular, metodologías de

enseñanza y evaluación en el ámbito de la educación tecnológica, permitiendo una perspectiva comparativa que facilitara el contraste entre ambos enfoques en diferentes contextos educativos.

Las referencias utilizadas en este estudio fueron obtenidas de bases de datos académicas de reconocido prestigio, tales como *ProQuest*, utilizada para la consulta de artículos en revistas indexadas sobre educación tecnológica; *ERIC (Education Resources Information Center)*, empleada para investigaciones relacionadas con metodologías de enseñanza y aprendizaje en STEM; *Scopus* y *Google Scholar*, que permitieron la identificación de estudios recientes y citas relevantes; y documentos oficiales de organismos internacionales como la *UNESCO*, la *National Science Foundation (NSF)* y la *Global STEM Alliance*, los cuales han aportado directrices y recomendaciones en el ámbito de la educación STEM y tecnológica.

El procedimiento de análisis se desarrolló en tres fases. En la primera, se realizaron una revisión exhaustiva y una selección rigurosa de documentos que cumplieran con los criterios previamente definidos. Posteriormente, en la segunda fase, la información se organizó en distintas categorías de estudio, incluyendo definiciones, diseño didáctico, estrategias pedagógicas, evaluación y aplicabilidad en el aula. Finalmente, en la tercera fase, se llevó a cabo un *análisis comparativo*, mediante el cual se identificaron similitudes, diferencias y posibles sinergias entre ATE y STEM, respaldadas por la evidencia recopilada en la literatura revisada.

Esta metodología permite realizar un estudio riguroso y fundamentado sobre la aplicación pedagógica de ATE y STEM, proporcionando un marco teórico y práctico que favorece su implementación en contextos educativos. La combinación del análisis documental con un enfoque comparativo garantiza una aproximación integral y crítica, contribuyendo a una mejor comprensión de estos enfoques y su relevancia en la formación de los estudiantes del siglo XXI.

Marco teórico

¿Que son las ATE?

Las ATE son unidades didácticas diseñadas por docentes para abordar el estudio de la tecnología. Según Quintana (2015), las ATE integran estrategias como diseño, análisis, enfoque CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) y aprendizaje a través de la construcción, esta última por su capacidad para integrar diversas dimensiones tecnológicas. Para Holguín (2012), las ATE son acciones predefinidas contextualizadas que se desarrollan mediante un proceso didáctico proyectual. Quintana (2015) resalta que las ATE fomentan el aprendizaje activo y reflexivo a través de la participación y colaboración.

Otálora (2008) sostiene que las ATE son esenciales en la educación tecnológica, proporcionando un andamiaje para enseñar y aprender tecnología, siendo coherentes y adaptadas al nivel de los estudiantes y los recursos institucionales.

En general, las ATE buscan crear ambientes de aprendizaje diversos e integrados, fomentando la acción y reflexión en el proceso educativo.

Retrospectiva de las ATE

La incorporación de la tecnología en los currículos escolares de Colombia comenzó con la Ley General de Educación de 1994 (Ley N° 115), que la estableció como área obligatoria. El MEN, en 1996, propuso un enfoque centrado en la solución de problemas, superando la asociación con actividades manuales. Quintana (2015) explica que las ATE surgieron para integrar el estudio de la tecnología en el currículo de manera efectiva, proporcionando un marco pedagógico que facilitara la resolu-

ción de problemas tecnológicos. Vasco (2006) destacó las tensiones en la implementación de la educación tecnológica, pero la inclusión de las ATE permitió una visión más holística de la tecnología, abordando no solo lo técnico, sino también lo organizativo y cultural.

Diseño didáctico de ATE

Quintana *et al.* (2014) proponen un enfoque holístico y sistémico para el diseño de ATE, que abarca cuatro estrategias clave: diseño, análisis, enfoque CTS y análisis a través de la construcción. Cada estrategia aporta una perspectiva única que facilita un aprendizaje integral y contextualizado de los procesos tecnológicos.

Tabla 1. Tipos de estrategias didácticas en las ATE

Estrategia	Características	Ejemplo
Análisis	Busca que el estudiante indague sobre los saberes necesarios para que un instrumento o producto tecnológico fuese posible, y se dinamiza con distintas acciones de recolección de información y su interpretación con posterioridad a preguntas tales como: ¿De qué y cómo están hechos?, ¿Cómo funcionan las cosas?, ¿Cuáles fueron las condiciones socioculturales en las cuales se desarrollaron?, ¿Cuáles consecuencias tanto positivas como negativas conllevan su uso y desecho?	Pueden estar relacionadas con la resolución y comprensión de circuitos eléctricos, el análisis tecnológico de artefactos, objetos o productos, el uso de videojuegos, la programación y algoritmia, la resolución de problemas, la escogencia de alternativas entre muchas otras.
Diseño	Aborda la solución de problemas tecnológicos cuya estructuración y conceptualización no es fuerte y por tanto permiten al estudiante poner en juego procesos de pensamiento y estrategias cognitivas propias, de tal forma que el trabajo principal consiste en estructurar y repensar el componente de situación inicial, el proceso de transformación y la situación final, planteando en últimas el desarrollo de una racionalidad tecnológica para intervenir en el entorno artificial (Simón, 2006).	Las ATE que priorizan la estrategia de diseño están relacionadas con la bocetación, dibujo técnico y renderizado, el modelamiento, la simulación y prueba de circuitos eléctricos, la planeación de artefactos, maquetas, prototipos, autómatas programables, aplicación de criterios ergonómicos y funcionales.
	El diseño “es una actividad exclusivamente cognitiva que exige la realización de seis acciones (problematizar, conceptualizar, idear, seleccionar, configurar y plasmar)” (Merchán, 2014, p.78).	
Enfoque CTS	Busca el análisis y la comprensión de los sistemas tecnológicos más allá de las tecnologías en sí mismas sino sobre todo de sus relaciones con la sociedad y la cultura (Quintana, <i>et al.</i> , 2014), usualmente se aborda a través de estudios de caso, mesas redondas, debates que faciliten el análisis de situaciones, reales o hipotéticas en distintos momentos históricos y en la cual adquieren habilidades en la búsqueda de información, generación de puntos de vista propios y de argumentación.	Las ATE, desde el enfoque, CTS pueden verse como conducentes a un producto consolidado tal como un video, portafolio, ensayo, artículo, campaña de sensibilización, artefacto sostenible, etc.
Análisis a través de la construcción	Utiliza como acción pedagógica la reconstrucción de instrumentos y artefactos que el docente diseña previamente. Este proceso permite al estudiante rehacer un camino cargado de obstáculos cognitivos que se han establecido y para los cuales prevé soluciones en función de los objetivos que se han definido con anterioridad.	Las ATE de este enfoque pueden evidenciarse a través de construcción de robots y prototipos, y en general todo tipo de proyectos electrónicos, programables, mecánicos, neumáticos, hidráulicos, etc.

Nota. Tomado de Rodríguez *et al.* (2017), adaptado por los autores de la cartilla “actividades tecnológicas escolares y energías renovables” (Quintana *et al.*, 2014).

Además, las etapas de acceso a las ATE, enmarcadas dentro de las acciones mentales propuestas por Otálora (2008), se relacionan directamente con estas estrategias didácticas como se presenta en la Tabla 2. Estas etapas, que incluyen la problematización, interpretación, representación, solución y evaluación, son esenciales para facilitar un aprendizaje profundo y reflexivo. La interconexión entre las estrategias didácticas y las etapas de acceso destaca la necesidad de un enfoque coherente y bien estructurado en la implementación de actividades tecnológicas, garantizando que los estudiantes no solo adquieran conocimientos técnicos, sino también habilidades críticas y creativas para resolver problemas tecnológicos de manera efectiva.

Tabla 2. Estructura actividad tecnológica escolar con base en conocimiento didáctico del contenido y conocimiento profesional docente

	Nivel explícito		Nivel tácito
	Saber académico		Teorías implícitas
	Conjunto de concepciones disciplinares que sirven de referencia en los contenidos escolares.		Recursos para la planeación educativa sustentados en los conocimientos académicos adquiridos por el docente.
	Conocimiento del contenido	Conocimiento sustantivo	Conocimiento sintáctico
Nivel racional	Conjunto de los conocimientos disciplinares del docente propios de la disciplina de base de su formación, supeditado al nivel de dominio conceptual y técnico de cada uno de los temas propuestos.	Conjunto de criterios para la configuración de la situación problema que se pretende abordar, su contextualización y la articulación entre conocimientos disciplinares y pedagógicos.	Conocimiento pedagógico y didáctico asociado al contenido que se pretende enseñar y la capacidad de plantear desde un enfoque (modelo) pedagógico una alternativa de aproximación didáctica a la construcción de un conocimiento tecnológico.
	Creencias y principios de actuación		Rutinas y guiones de acción
	Conjunto de ideas conscientes que se desarrollan durante el ejercicio de la profesión, sobre los diferentes aspectos de los procesos de enseñanza-aprendizaje.		Conjunto de esquemas tácitos que configuran una respuesta predecible al curso inmediato de los acontecimientos en el aula y la manera estándar de abordarlos.
Nivel experiencial	Creencias acerca de la materia.		
	Los referentes del Proyecto Educativo Institucional en cuanto a los propósitos formativos por nivel, ciclo o grado, que son asumidos por cada plantel y que lo articulan con una intencionalidad educativa global, nacional y local, y que a su vez lo diferencian de otras instituciones.		

Nota. Tomada de Molina (2019).

Es importante traer a este estudio los pasos que Breukelen *et al.* (2016) formulan para las actividades de diseño, que se observan en la Tabla 3.

Tabla 3. Pasos para las actividades de diseño

	Etapas	Actividades	Producto final
1	Introducción al reto de diseño y el contexto	<ul style="list-style-type: none"> Introducción al contexto, las actividades, la organización, los materiales y los objetivos. 	
2	Entendimiento del reto	<ul style="list-style-type: none"> Exploración del reto, del contexto y de los objetivos. Escritura de ideas, preguntas e hipótesis. Tablero blanco: compartir resultados, retroalimentación de la sesión. 	Portafolio en el tablero
3	Investigar y explorar	<ul style="list-style-type: none"> Formular y distribuir cuestionamientos sobre la investigación. Discusión. Diseñar y realizar experimentos, recolección de datos y preguntas. Presentación de resultados. Discusión sobre resultados. 	Preguntas finales sobre la investigación. Cuaderno de laboratorio o diario de campo. Póster de experimentos.
4	Establecimiento de reglas de diseño	<ul style="list-style-type: none"> Determinación de reglas de diseño usando los resultados de los experimentos. Atención en contenidos de ciencia, uso de vocabulario y conceptos. 	Reglas de diseño.
5	Planificación de diseño	<ul style="list-style-type: none"> Idear, compartir y discutir soluciones de diseño: pensamiento divergente. Póster: solución provisional de diseño. Pin-up sesión: retroalimentación, ajustes a las soluciones de diseño. Rehacer hasta satisfacer. 	Diseño de pósteres de diseño de bocetos.
6	Construir y evaluar, explicar, paseo de galería	<ul style="list-style-type: none"> Prototipado y realización de diseños. Evaluación de diseños: realización de diseños específicos. Paseo de galería: determinar deficiencias, retroalimentación y reflexión. 	Diseños de prototipos.
7	Rediseño interactivo	<ul style="list-style-type: none"> Interacción con pasos anteriores dependiendo de anteriores decisiones. Mejorar el diseño. Discusión final sobre las soluciones de diseño y conceptos. 	Solución final de diseño. Reflexión final.

Nota. Elaboración propia basada en los planteamientos de Breukelen *et al.* (2016).

Estas etapas no están desligadas de los planteamientos de Otálora (2008), como se presentan en la Tabla 4, con las acciones mentales interiorizadas de problematización (generación de interrogantes), interpretación (asumir significados), representación (capacidad de expresión lógica), solución (configuración de nuevas realidades) y evaluación (valoración del proceso).

Tabla 4. Tipos de Estrategias Didácticas en las ATE

Estrategia	Características	Ejemplos
Estrategia de Análisis	Se enfoca en que el estudiante investigue sobre los saberes necesarios para la creación o funcionamiento de un instrumento o producto tecnológico. Se centra en la recolección e interpretación de información sobre cómo están hechos, cómo funcionan, sus condiciones socioculturales, y sus consecuencias.	Resolución y comprensión de circuitos eléctricos, análisis de artefactos tecnológicos, uso de videojuegos, programación, etc.
Estrategia de Diseño	Aborda la solución de problemas tecnológicos permitiendo al estudiante estructurar y repensar el proceso de diseño. Incluye actividades como bocetación, modelamiento, simulación y prueba de circuitos, y creación de prototipos.	Dibujo técnico, modelamiento, simulación, creación de prototipos, diseño de maquetas, etc.
Estrategia de Enfoque CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad)	Busca analizar y comprender las tecnologías en su relación con la sociedad y la cultura. Incluye estudios de caso, debates y mesas redondas para analizar situaciones reales o hipotéticas en diferentes contextos históricos.	Videos, portafolios, ensayos, campañas de sensibilización, artefactos sostenibles, etc.
Estrategia de Análisis a través de la Construcción	Utiliza la reconstrucción de instrumentos y artefactos diseñados previamente por el docente para que los estudiantes superen obstáculos cognitivos y aprendan a través del proceso de construcción y solución de problemas.	Construcción de robots, prototipos, proyectos electrónicos, programables, mecánicos, neumáticos, hidráulicos, etc.

Nota. Elaboración propia basada en los planteamientos de Otálora (2008).

Etapas de acceso de las ATE

Las etapas de acceso a las ATE se basan en los planteamientos de Otálora (2008) y se alinean con las estrategias didácticas:

1. *Problematización:* generar interrogantes e identificar problemas (correlaciona con la estrategia de Análisis y Enfoque CTS).
2. *Interpretación:* asumir significados y comprensión del contexto (correlaciona con la estrategia de Análisis y Enfoque CTS).
3. *Representación:* expresar lógicamente conceptos (correlaciona con la estrategia de Diseño y Enfoque CTS).
4. *Solución:* configurar nuevas realidades y resolver problemas (correlaciona con la estrategia de Diseño y Análisis a través de la Construcción).
5. *Evaluación:* valorar procesos y resultados (correlaciona con la estrategia de Diseño y Análisis a través de la Construcción).
6. *Exploración de Preconcepciones:* identificar concepciones previas de los estudiantes (fase preliminar; correlaciona con la estrategia de Análisis).
7. *Agudización de Conciencia:* desarrollar la conciencia del marco propio y del otro (fase de enfoque; correlaciona con la estrategia de Enfoque CTS).
8. *Investigación y Explicación del Conflicto Conceptual:* investigar para comprender y resolver conflictos conceptuales (fase desafiante; correlaciona con la estrategia de Análisis).

9. *Acomodación del Nuevo Modelo Conceptual*: adaptar y aplicar nuevos conocimientos (fase de aplicación; correlaciona con la estrategia de Diseño y Análisis a través de la Construcción).

Estas etapas proporcionan un marco integral para el diseño y evaluación de ATE que fomenten el pensamiento crítico, creativo y técnico en los estudiantes.

STEM

¿Qué es la educación STEM?

El enfoque educativo STEM integra estas disciplinas para fomentar la resolución de problemas y la aplicación práctica del conocimiento. A diferencia de enseñar estas materias de manera aislada, busca desarrollar habilidades transversales para afrontar los desafíos actuales. Este enfoque se ha destacado en las políticas educativas y la investigación por su capacidad para proporcionar una educación integral centrada en la resolución de problemas del mundo real y en el fomento de habilidades para el siglo XXI (Bybee, 2013; Johnson *et al.*, 2020).

Los programas STEM incluyen actividades prácticas, trabajo en equipo y la aplicación de conceptos en situaciones reales, promoviendo habilidades como pensamiento crítico, colaboración, alfabetización digital y computacional (Global STEM Alliance, 2016). Según Vásquez *et al.* (2013), STEM es un enfoque interdisciplinario que remueve las barreras tradicionales y conecta las áreas del currículo con experiencias prácticas y relevantes para los estudiantes.

Retrospectiva de las STEM

Desde los años 70, se ha reflexionado sobre la necesidad de integrar diversas disciplinas para fomentar habilidades como el pensa-

miento crítico y la resolución de problemas. La Educación STEM busca ofrecer un aprendizaje interdisciplinario basado en proyectos, promoviendo la creatividad y la innovación. Este enfoque ha evolucionado desde enseñar las disciplinas de forma separada hasta integrarlas para preparar a los estudiantes para los desafíos del siglo XXI (Aguilera y Ortiz, 2021). En 1990, el término STEM fue acuñado por la National Science Foundation, inicialmente enfocado en las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Con el tiempo, y con la introducción de STEAM, que incorpora las artes, se promovió una visión más holística de la educación (Ruíz, 2017).

Enfoque STEM en la educación

El enfoque STEM implica varios elementos fundamentales para su implementación efectiva:

- Interdisciplinariedad: integra al menos dos disciplinas STEM en las actividades educativas, promoviendo un aprendizaje más holístico (Kang, 2019).
- Aprendizaje activo: los estudiantes participan activamente en su proceso educativo mediante la exploración y resolución de problemas reales (Gras y Alí, 2023).
- Conexión con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS): alinea el aprendizaje con problemas sociales y ambientales, fomentando un sentido de responsabilidad (Gras y Alí, 2023).
- Evaluación formativa: proceso continuo para monitorear el progreso y la comprensión, ajustando estrategias pedagógicas (UNESCO, 2019).
- Recursos y prácticas: uso de tecnologías y metodologías innovadoras como el Aprendizaje Basado en Proyectos (Wynne, 2012).

- Inclusión y diversidad: fomenta un ambiente inclusivo y adaptado a las necesidades de todos los estudiantes (Appstem, 2019).

Etapas del enfoque STEM

Las etapas incluyen:

- **Introducción:** se establecen los objetivos y se conecta el contenido con problemas reales.
- **Desarrollo:** los estudiantes aplican los conceptos a través de actividades prácticas.
- **Cierre:** reflexión y consolidación del conocimiento.
- **Extensión:** conexión del aprendizaje con el mundo real a través de proyectos comunitarios.
- **Sugerencias:** directrices para mejorar la práctica educativa, asegurando la efectividad del enfoque STEM.

Cada una de estas etapas juega un papel crucial en la formación de un entorno de aprendizaje que no solo enseña conceptos técnicos, sino que también impulsa a los estudiantes a desarrollar habilidades críticas y a aplicar sus conocimientos de manera práctica y significativa, las cuales se presentan a continuación en la Tabla 5:

Tabla 5. Etapas del enfoque STEM

Etapa	Descripción	Objetivos
Introducción	Se presenta el tema a los estudiantes y se establecen los objetivos de aprendizaje. Se busca captar el interés y contextualizar el contenido en relación con la vida cotidiana y problemas reales. Pueden incluirse preguntas provocativas o situaciones problemáticas.	<ul style="list-style-type: none"> • Captar el interés de los estudiantes. • Contextualizar el contenido en su vida cotidiana y problemas reales. • Establecer objetivos de aprendizaje claros.
Desarrollo	Los estudiantes participan en actividades prácticas para aplicar los conceptos aprendidos. Se realiza el aprendizaje activo mediante investigación, experimentación y resolución de problemas en grupos. Los educadores facilitan el proceso y proporcionan apoyo. Se deben revisar los conceptos de STEM implicados.	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar conceptos a través de actividades prácticas. • Fomentar el aprendizaje activo y la colaboración. • Revisar conceptos de STEM relevantes.
Cierre	Reflexión sobre lo aprendido mediante la compartición de descubrimientos y conclusiones. Se discuten los resultados de las actividades para consolidar el aprendizaje y entender las relaciones entre los conceptos y el mundo.	<ul style="list-style-type: none"> • Consolidar el aprendizaje. • Comprender cómo se relacionan los conceptos entre sí y con el mundo.
Extensión de la clase	Actividades que extienden el aprendizaje más allá del aula, como proyectos comunitarios o investigaciones adicionales. Ayuda a los estudiantes a ver la relevancia de los conocimientos en contextos reales.	<ul style="list-style-type: none"> • Extender el aprendizaje fuera del aula. • Aplicar lo aprendido en contextos reales. • Fomentar proyectos comunitarios e investigaciones adicionales.

Etapa	Descripción	Objetivos
Sugerencias o recomendaciones	Orientaciones para mejorar la práctica educativa, incluyendo estrategias para un ambiente inclusivo, recursos para el desarrollo profesional de los docentes y colaboración con la comunidad.	<ul style="list-style-type: none"> • Mejorar la práctica educativa. • Fomentar un ambiente de aprendizaje inclusivo. • Proveer recursos adicionales para el desarrollo profesional. • Recomendar colaboración con la comunidad.

Fuente: elaboración propia.

En general, el enfoque STEM se basa en la integración de disciplinas, el aprendizaje activo, la conexión con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), la evaluación formativa, el uso de recursos variados y la promoción de la inclusión. Las etapas del enfoque incluyen la introducción, el desarrollo, el cierre, la extensión de la clase y las sugerencias para mejorar la práctica educativa. Estos elementos y etapas son fundamentales para preparar a los estudiantes para enfrentar los desafíos del siglo XXI y contribuir a un futuro sostenible y equitativo.

Comparación entre ATE y STEM

Las ATE en el contexto de la educación en tecnología y el enfoque STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) tienen varias similitudes y diferencias que reflejan sus objetivos educativos y metodologías.

Similitudes

Aunque STEM y ATE son dos elementos educativos diferentes, comparten una serie de características y objetivos que los unen. En este apartado, se exploran las similitudes y cómo se reflejan en la educación innovadora. La integración de disciplinas, el aprendizaje basado en proyectos, el desarrollo de habilidades del siglo XXI, el enfoque en la innovación y el uso de tecnología son algunos de los aspectos que nos permiten ver la conexión entre STEM y ATE. Al analizar estas similitudes, podemos comprender mejor cómo ambos pueden complementarse y fortalecerse mutuamente, lo que a su vez

puede llevar a una educación más efectiva y relevante para los estudiantes.

1. *Integración de Disciplinas:* los dos promueven la integración de diversas disciplinas. Mientras que STEM se centra en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, las ATE también pueden abarcar múltiples áreas de conocimiento, dependiendo del proyecto tecnológico que se desarrolle.
2. *Aprendizaje Basado en Proyectos:* tanto STEM como ATE utilizan el aprendizaje basado en proyectos como metodología central. Los estudiantes trabajan en proyectos prácticos que requieren la aplicación de conocimientos y habilidades en situaciones reales.
3. *Desarrollo de Habilidades del Siglo XXI:* ambos buscan desarrollar habilidades esenciales como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la colaboración y la comunicación.
4. *Enfoque en la Innovación:* promueven la innovación y la creatividad. Los estudiantes son incentivados a diseñar y crear soluciones originales a problemas auténticos.
5. *Uso de Tecnología:* la tecnología es una herramienta fundamental en ambos. Los estudiantes utilizan tecnología tanto como un medio para aprender como un fin para crear proyectos tecnológicos.

Diferencias

Las diferencias entre STEM y ATE en términos de enfoque disciplinario, objetivos educativos, metodología, evaluación y contexto educativo. La comparación de estas diferencias nos permitirá comprender mejor las fortalezas y debilidades de cada uno y cómo pueden ser utilizados de manera efectiva en diferentes contextos educativos. Al analizar estas diferencias, podemos identificar oportunidades para la colaboración y el aprendizaje mutuo entre STEM y ATE, lo que puede llevar a una educación más rica y diversa para los estudiantes.

1. *Enfoque Disciplinario*: STEM se centra explícitamente en las cuatro disciplinas específicas (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) y cómo se interrelacionan. ATE, por otro lado, no está limitada a estas disciplinas y puede incorporar una gama más amplia de áreas, incluyendo aspectos sociales, éticos y estéticos del uso de la tecnología.
2. *Objetivos Educativos*: el objetivo principal de STEM es preparar a los estudiantes para carreras en campos relacionados con la ciencia y la tecnología. Las ATE tienen un enfoque más amplio que incluye la comprensión y la reflexión crítica sobre la tecnología y su impacto en la sociedad, además de habilidades prácticas.
3. *Metodología*: STEM a menudo sigue una metodología de diseño de ingeniería, que incluye pasos como definir un problema, investigar, desarrollar prototipos, probar y mejorar. Las ATE pueden utilizar una variedad de metodologías dependiendo del proyecto y pueden incluir un enfoque más exploratorio y menos estructurado.
4. *Evaluación*: la evaluación en STEM tiende a ser más cuantitativa y centrada en los resultados y la precisión técnica. En las ATE, la evaluación puede incluir aspectos cualitativos, como la creatividad, la reflexión crítica y la colaboración.
5. *Contexto Educativo*: STEM es un enfoque que se ha institucionalizado en muchos currículos escolares a nivel mundial, con un fuerte apoyo de políticas educativas y financiamiento. Las ATE, aunque también pueden estar institucionalizadas, suelen tener más flexibilidad y pueden ser implementadas de manera más adaptativa según las necesidades y contextos específicos de cada institución educativa.

Ambos elementos pedagógicos tienen mucho que ofrecer en el contexto de la educación en tecnología. Mientras que STEM proporciona una estructura sólida para la educación tecnológica y científica, las ATE permiten una exploración más amplia y contextualizada de la tecnología en la vida cotidiana y en la sociedad.

Contextualización para la aplicación práctica en el aula

En el ámbito educativo, los términos modelo pedagógico, estrategia pedagógica, enfoque pedagógico, estrategia didáctica y metodología pedagógica se refieren a diferentes niveles de planificación y ejecución de la enseñanza y el aprendizaje. Aquí se presenta una jerarquía aproximada y la relación entre estos conceptos:

Modelo pedagógico

Nivel: Macro Descripción: es la base teórica y filosófica que guía todo el proceso educativo. Un modelo pedagógico establece los principios fundamentales sobre cómo debe ser la educación, qué se debe enseñar y cómo los estudiantes deben aprender. Ejemplos incluyen el constructivismo, el conductismo y el humanismo.

Enfoque pedagógico

Nivel: Macro-Meso Descripción: derivado del modelo pedagógico, un enfoque pedagógico especifica cómo se implementarán los principios del modelo en contextos educativos específicos. Define la orientación general del proceso educativo y cómo se abordan aspectos como la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación. Ejemplos incluyen el enfoque centrado en el estudiante, el enfoque por competencias y el enfoque basado en proyectos.

Metodología pedagógica

Nivel: Meso Descripción: la metodología pedagógica es un conjunto de métodos y técnicas utilizados para llevar a cabo el enfoque pedagógico. Describe cómo se estructurará y organizará la enseñanza en términos de actividades, recursos y procesos. Por ejemplo, la enseñanza directa, el aprendizaje cooperativo y el aprendizaje basado en problemas.

Estrategia pedagógica

Nivel: Meso-Micro Descripción: las estrategias pedagógicas son planes específicos diseñados para alcanzar objetivos educativos determinados. Detallan cómo se aplicarán los métodos y técnicas en situaciones particulares. Las estrategias pueden incluir la diferenciación de la instrucción, la gamificación y el uso de tecnologías educativas.

Estrategia didáctica

Nivel: Micro Descripción: las estrategias didácticas son procedimientos específicos y concretos que los docentes emplean en el aula para facilitar el aprendizaje. Estas estrategias son tácticas más detalladas y operativas dentro de una estrategia pedagógica. Pueden incluir actividades como discusiones en grupo, experimentos prácticos, mapas conceptuales y el uso de materiales audiovisuales.

Ejemplo aplicado

- *Modelo Pedagógico:* Constructivismo.
 - *Enfoque Pedagógico:* Enfoque centrado en el estudiante.
 - *Metodología Pedagógica:* Aprendizaje basado en problemas.
 - *Estrategia Pedagógica:* Uso de proyectos interdisciplinarios para resolver problemas reales.
 - *Estrategia Didáctica:* Organizar a los estudiantes en grupos pequeños para discutir y resolver casos de estudio.

Esta jerarquía muestra cómo cada nivel se deriva y se especializa a partir del anterior, proporcionando un marco cohesivo para el diseño y la implementación de la educación.

STEM

Nivel: Enfoque Pedagógico

- *Descripción:* el enfoque STEM es una orientación pedagógica que integra estas disciplinas para promover el aprendizaje interdisciplinario y desarrollar habilidades prácticas y de resolución de problemas. Dentro del marco de un modelo pedagógico (como el constructivismo o el aprendizaje basado en problemas), el enfoque STEM define cómo se deben integrar estas áreas del conocimiento y cómo se deben diseñar los aprendizajes para reflejar la interconexión entre las disciplinas.

Actividades Tecnológicas Escolares (ATE)

Nivel: Estrategia Didáctica / Estrategia Pedagógica

- *Descripción:* las ATE, que pueden incluir unidades de trabajo didáctico, son procedimientos específicos diseñados para implementar el enfoque STEM o cualquier otro enfoque pedagógico. Estas actividades son tácticas concretas que se utilizan en el aula para enseñar y aplicar conceptos tecnológicos y científicos. Las ATE pueden incluir proyectos, laboratorios, tareas prácticas y actividades en grupo que permitan a los estudiantes aplicar conocimientos en contextos reales y desarrollar habilidades técnicas.

Ubicación en la jerarquía

1. *Modelo Pedagógico:* general (ej., Constructivismo).
2. *Enfoque Pedagógico:* STEM (como un enfoque específico dentro del modelo pedagógico).
3. *Metodología Pedagógica:* metodologías para enseñar STEM (ej., Aprendizaje basado en proyectos).
4. *Estrategia Pedagógica:* planes para integrar STEM en el currículo (ej., Planes de unidad que incluyen proyectos interdisciplinarios).
5. *Estrategia Didáctica:* ATE y unidades didácticas específicas.

Ejemplo aplicado

- *Modelo Pedagógico:* constructivismo.
 - *Enfoque Pedagógico:* STEM.
 - *Metodología Pedagógica:* aprendizaje basado en proyectos.
 - *Estrategia Pedagógica:* diseño de unidades de trabajo interdisciplinarias que incluyen ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas.
 - *Estrategia Didáctica:* implementación de ATE, como un proyecto de diseño y construcción de un prototipo.

En relación con lo anterior, el enfoque STEM se ubica en el nivel de enfoque pedagógico y orienta cómo se deben integrar las disciplinas STEM en el proceso educativo. Las ATE se encuentran en el nivel de estrategia didáctica, siendo tácticas específicas que pueden ser utilizadas para aplicar el enfoque STEM y otros enfoques pedagógicos en el aula.

Evaluación y retroalimentación de ATE y STEM

Tanto en las ATE como en el enfoque STEM, la evaluación y retroalimentación son procesos integrales que buscan no solo medir el conocimiento adquirido, sino también mejorar el proceso de aprendizaje y desarrollo de competencias prácticas y teóricas. La autoevaluación y la retroalimentación continua son fundamentales para fomentar el aprendizaje autónomo y la mejora continua, adaptando los métodos pedagógicos a las necesidades individuales de cada estudiante.

Para entender cómo se da la evaluación y retroalimentación tanto en las ATE como en el enfoque STEM, es fundamental analizar sus objetivos y métodos pedagógicos.

Evaluación y retroalimentación en las ATE

Las ATE se centran en la adquisición de competencias prácticas y habilidades a través de proyectos tecnológicos específicos. La evaluación en ATE se orienta hacia la competencia práctica y el desarrollo autónomo del estudiante.

Evaluación formativa en ATE

La evaluación en ATE tiene un enfoque formativo, donde el estudiante evalúa su propio aprendizaje de manera continua. Este tipo de evaluación no se enfoca en otorgar calificaciones, sino en mejorar el proceso de aprendizaje y

desarrollo de competencias. Según Delgado y Oliver (2009), algunas características de esta evaluación formativa incluyen:

1. *Autonomía del Estudiante:* el estudiante realiza la evaluación de manera independiente, lo que fomenta el aprendizaje autónomo.
2. *Disponibilidad de Recursos:* se proporciona toda la información y recursos necesarios para realizar la autoevaluación.
3. *Detallado de Respuestas:* las respuestas deben ser detalladas, explicando los objetivos y la manera de alcanzarlos.
4. *Guía Paso a Paso:* se debe proporcionar una guía con los pasos a seguir para lograr los objetivos propuestos.
5. *Materiales Adicionales:* se deben ofrecer materiales adicionales, preferiblemente diseñados por el docente.
6. *Periodicidad de la Evaluación:* la evaluación debe ser periódica para permitir al estudiante evaluar su progreso y reorientar su proceso de aprendizaje si es necesario.
7. *Retroalimentación Inmediata:* el estudiante debe recibir retroalimentación inmediata para verificar su progreso y áreas de mejora.

Evaluación y retroalimentación en el enfoque STEM

El enfoque STEM promueve una evaluación continua y personalizada que se centra en el desarrollo de habilidades y competencias específicas de estas áreas. La evaluación en STEM no solo mide el conocimiento adquirido, sino también la aplicación práctica de ese conocimiento en proyectos y problemas del mundo real.

Evaluación continua en STEM

La evaluación en STEM es continua y se integra en el proceso de aprendizaje para ofrecer retroalimentación constante. Esto permite a los estudiantes ajustar sus métodos y mejorar continuamente. Según el documento Educación STEM y su Aplicación, de Gras (coord) y Alí (2023), algunas características de la evaluación en STEM incluyen:

1. *Evaluación Personalizada*: la evaluación se adapta a las necesidades individuales de cada estudiante, teniendo en cuenta su progreso y áreas específicas de mejora.
2. *Retroalimentación Continua*: la retroalimentación es un proceso constante que ayuda a los estudiantes a comprender mejor sus fortalezas y debilidades.
3. *Enfoque en Competencias*: la evaluación se centra en el desarrollo de competencias clave en STEM, como la resolución de problemas, el pensamiento crítico y la creatividad.
4. *Proyectos Interdisciplinarios*: los estudiantes son evaluados a través de proyectos que integran varias disciplinas de STEM, fomentando una comprensión holística y aplicada de los conceptos.
5. *Evaluación Formativa y Sumativa*: la evaluación incluye tanto componentes formativos (para guiar y mejorar el aprendizaje) como sumativos (para medir el logro de los objetivos educativos).

Conclusiones

En el ámbito de la educación tecnológica, el enfoque STEM y las ATE se presentan como procesos complementarios y enriquecedores. STEM integra disciplinas científicas, tecnológicas, ingenieriles y matemáticas, promoviendo la resolución de problemas y el pensamiento crítico a través de proyectos prácticos. Por su parte, las ATE, mediante estrategias didácticas como el enfoque CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad), el diseño, el análisis y la construcción, adaptan el aprendizaje a contextos específicos y desarrollan competencias técnicas y habilidades creativas y críticas de manera holística.

Aunque STEM y ATE comparten objetivos comunes, es esencial reconocer sus diferencias para una correcta aplicación pedagógica. STEM se enfoca en disciplinas específicas con el objetivo de un aprendizaje de conceptos transferibles, promoviendo la resolución de problemas y el pensamiento crítico a través de proyectos prácticos, con la meta de preparar a los estudiantes para enfrentar los desafíos de un mundo en constante avance científico y tecnológico, mientras que ATE abarca una gama más amplia, incluyendo aspectos sociales y éticos del uso de la tecnología.

Dado que las ATE se constituyen como una estrategia didáctica, pueden ser incorporadas dentro de las actividades STEM, fortaleciendo su carácter interdisciplinario y promoviendo experiencias de aprendizaje contextualizadas. La integración de las ATE dentro del enfoque STEM permite diseñar secuencias didácticas más estructuradas, donde los estudiantes no solo desarrollan habilidades, sino que también reflexionan sobre el impacto social y ambiental de la tecnología.

El análisis comparativo de ambos revela que su integración es no solo posible, sino también beneficiosa, permitiendo un enfoque educativo más adaptativo y holístico. Esta sinergia prepara mejor a los estudiantes para los desafíos del siglo XXI y promueve una educación más rica e inspiradora, impulsando a los educadores a desarrollar métodos innovadores y contextualizados para el aprendizaje tecnológico.

Referencias

- Alianza para la Promoción de STEM (Appstem). (2019). *Visión STEM para México*. <https://www.movimientostem.org/wp-content/uploads/2021/01/Vision-STEM-para-Mexico.pdf>
- Aguilera, D. y Ortiz-Revilla, J. (2021). STEM vs. STEAM education and student creativity: A systematic literature review. *Education Sciences*, 11(7), 331. <https://doi.org/10.3390/educsci11070331>
- Breukelen, D. H., Vries, M. J. y Schure, F. A. (2016). Concept learning by direct current design challenges. *International Journal of Technology and Design Education*, 27(3), 407-430. <https://doi.org/10.1007/s10798-016-9335-8>
- Bybee, R. W. (2013). *El caso de la educación STEM: desafíos y oportunidades*. Asociación Nacional de Profesores de Ciencias.
- CORFO. (s.f.). *Corporación de Fomento de la Producción*. https://www.corfo.cl/sites/Satellite?c=C_NoticiaNacional&cid=1476720691497&yd=Touchypagename=CorfoPortalPublico%2FC_NoticiaNacional%2F-corfoDetalleNoticiaNacionalWeb
- Delgado, A. M. y Oliver, R. (2009). Interacción entre la evaluación continua y la autoevaluación formativa: La potenciación del aprendizaje autónomo. *Red U. Revista de Docencia Universitaria*, (4), 1-13. <https://doi.org/10.4995/redu.2009.631>
- Global STEM Alliance. (2016). *STEM education framework*. https://www.nyas.org/media/13051/gsa_stem_education_framework_dec2016.pdf
- Gras, M. (Coord.), y Alí, C. (2023). *Educación STEM y su aplicación: Una estrategia inclusiva, sostenible y universal para preescolar y primaria*. Movimiento STEM.
- Holguín, O. (2012). *Experiencia pedagógica y didáctica de los programas de formación permanente para docentes (PFPPD): Diseño de actividades tecnológicas en escenarios ciudadanos y actividades pedagógicas en ambientes para el aprendizaje de la tecnología*. https://www.researchgate.net/publication/316780776_Articulo_de_Reflexion_sobre_procesos_de_formacion_continuada_para_maestros_en_Bogota
- Johnson, C. C., Mohr-Schroeder, M. J., Moore, T. J. y English, L. D. (Eds.). (2020). *Manual de investigación sobre educación STEM* (1ª ed.). Routledge.
- Kang, N. H. (2019). A review of the effect of integrated STEM or STEAM (science, technology, engineering, arts, and mathematics) education in South Korea. *Asia-Pacific Science Education*, 5(6). <https://doi.org/10.1186/s41029-019-0006-1>

- MEN. (1994). *Ley General de Educación de Colombia (Ley 115 de 1994)*.
- Merchán, C. (2014). Pedagogía del diseño (¿Es enseñable el diseño?). En *Actas de Diseño IX. IX Encuentro Latinoamericano de Diseño "Diseño en Palermo" – V Congreso Latinoamericano de Enseñanza del Diseño. Comunicaciones Académicas* (pp. 78–89)
- Molina Vásquez, R. (Comp.). (2019). *Encuentro de Docentes e Investigadores en Educación en Tecnología: Memorias, número 2*. Editorial UD, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Otálora, N. (2008). *Las Actividades Tecnológicas Escolares: Herramientas para educar*. En *Encuentro Nacional de Experiencias Curriculares y de Aula en Educación en Tecnología e Informática*.
- Quintana, A. (2015). *Analizando-Ando*. [Inédito].
- Quintana, A., Páez, J. y Téllez, P. (2014). *Actividades Tecnológicas Escolares y energías renovables*. DIDACTEC. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Rodríguez, L. D., Ospina, O. E. y Blanco, V. M. (2017). *Actividades tecnológicas escolares como potenciadoras de las habilidades comunicativas en inglés*. <http://hdl.handle.net/10554/51537>
- Ruiz Vicente, F. (2017). *Diseño de proyectos STEAM a partir del currículum actual de Educación Primaria utilizando Aprendizaje Basado en Problemas, Aprendizaje Cooperativo, Flipped Classroom y Robótica Educativa*. <http://hdl.handle.net/10637/8739>.
- UNESCO. (2019). *Descifrar el código: La educación de las niñas y las mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366649>
- Vasco, C. (2006). *Siete retos de la educación colombiana para el periodo de 2006 a 2019*. Academia Colombiana de Pedagogía y Educación.
- Vasquez, J. A., Sneider, C. y Comer, M. (2013). *STEM lesson essentials, grades 3-8: Integrating science, technology, engineering, and mathematics*. Heinemann.
- Wynne, H. (2012). *Principios y grandes ideas para la educación en ciencias: Competencias de ciencias en la escuela*. Alfaomega Popular.