



## La E de ingeniería en el enfoque STEM\*

John Alexander Pulido Varela<sup>a</sup>

**Resumen:** La educación se abre a nuevas oportunidades con el enfoque STEM, que va más allá de los contenidos tradicionales al integrar disciplinas como ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas. Este enfoque desafía a fusionar competencias académicas y habilidades para la vida, preparando a un capital humano para afrontar los retos de la revolución industrial 4.0. Sin embargo, el mero conocimiento no es suficiente; debe aplicarse en la práctica y generar un pensamiento científico y tecnológico que impulse el desarrollo industrial y social. La ingeniería, con su pensamiento sistémico, juega un papel crucial al generar ideas creativas e innovadoras para resolver problemas específicos y generales. La integración de este modelo en el enfoque STEM facilita un proceso formalizado para aplicar el conocimiento en la práctica, con el fin de promover un aprendizaje significativo y efectivo.

**Palabras clave:** STEM; ingeniería; educación

**Recibido:** 11/04/2024 **Aceptado:** 05/06/2024 **Disponible en línea:** 06/08/2024

**Cómo citar:** Pulido Varela, J. A. (2024). La E de ingeniería en el enfoque STEM. *Academia y Virtualidad*, 17(2), 137-147. <https://doi.org/10.18359/ravi.7283>

---

\* Artículo de reflexión.

<sup>a</sup> Doctor en Educación. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.  
Correo electrónico: [japulidov@udistrital.edu.co](mailto:japulidov@udistrital.edu.co); ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9311-4071>

## *The “E” In Engineering in The STEM Approach*

**Abstract:** Education opens up new opportunities through the STEM approach, which transcends traditional content by integrating the disciplines such as Science, Technology, Engineering, and Mathematics. This approach promotes the fusion of academic competencies and life skills, effectively preparing human capital to tackle the challenges of the Fourth Industrial Revolution. However, mere acquisition of knowledge is insufficient; it must be applied in practice to cultivate scientific and technological thinking that drives industrial and social development. Engineering, with its emphasis on systemic thinking, plays a crucial role in generating creative and innovative ideas to address both specific and general problems. The integration of this model into the STEAM approach formalizes the process of applying knowledge in practice, fostering meaningful and effective learning.

**Keywords:** STEM; Engineering; Education

## *A letra “E” de Engenharia no sistema STEM*

**Resumo:** A educação se abre a novas oportunidades com o sistema STEM, que vai além dos conteúdos tradicionais ao integrar disciplinas como ciências, tecnologia, engenharia e matemática. Este sistema desafia a fundir competências acadêmicas e habilidades para a vida, preparando um capital humano para enfrentar os desafios da revolução industrial 4.0. No entanto, o mero conhecimento não é suficiente; ele deve ser aplicado na prática e gerar um pensamento científico e tecnológico que impulsiona o desenvolvimento industrial e social. A engenharia, com seu pensamento sistêmico, desempenha um papel crucial ao gerar ideias criativas e inovadoras para resolver problemas específicos e gerais. A integração deste modelo no sistema STEM facilita um processo formalizado para aplicar o conhecimento na prática, com o objetivo de promover um aprendizado significativo e eficaz.

**Palavras-chave:** STEM; engenharia; educação

## Introducción

El enfoque STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics; ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas) ha revolucionado la educación al ofrecer una perspectiva interdisciplinaria que trasciende los límites convencionales de las disciplinas académicas. En este marco, la ingeniería desempeña un papel crucial, puesto que es un componente esencial que impulsa la resolución creativa de problemas a través de la puesta en práctica del conocimiento, es decir, afianza el aprendizaje significativo. En este artículo, exploraremos la integración de la ingeniería en el enfoque STEM, con el propósito de resaltar su importancia en la formación de un capital humano capaz de abordar los desafíos de la revolución industrial 4.0. También examinaremos las metodologías de ingeniería aplicadas a la educación con un enfoque en el pensamiento de diseño, el cual permite a los estudiantes desarrollar habilidades científicas y tecnológicas fundamentales para el progreso industrial y social.

La educación contemporánea se enfrenta al desafío de preparar a los estudiantes no solo con conocimientos teóricos, sino también con habilidades prácticas y una mentalidad orientada a la resolución de problemas del mundo real. Al incorporar la ingeniería, el enfoque STEM busca superar las barreras disciplinarias y fomentar un pensamiento holístico. Exploraremos cómo la ingeniería proporciona una estructura de desarrollo de soluciones basada en un pensamiento sistémico, que contribuye significativamente a la materialización de ideas creativas e innovadoras para abordar desafíos específicos y generales.

El artículo también analizará los métodos de diseño utilizados en ingeniería y destacará la diversidad de enfoques aplicables en el planteamiento de alternativas de solución a problemas. Desde la definición del problema hasta la evaluación de la viabilidad del prototipo, estos métodos ofrecen un marco estructurado y sistémico adaptable a diferentes contextos. Al integrar la ingeniería en la educación STEM, se busca fomentar tanto el conocimiento técnico como las competencias necesarias

para el siglo XXI, entre ellas, el pensamiento crítico, la creatividad y la innovación, esenciales para enfrentar los desafíos contemporáneos y próximos de la sociedad.

## La ingeniería

La ingeniería, en su definición más amplia, implica la aplicación de principios matemáticos, científicos y prácticos para innovar a través del diseño, construcción y proponer sistemas, estructuras, máquinas, dispositivos, materiales y procesos. Esta disciplina ha sido fundamental en el avance y desarrollo de la civilización humana, puesto que ha transformado el entorno natural para satisfacer necesidades y deseos. Desde la creación de las primeras herramientas y refugios hasta el desarrollo de ciudades, infraestructuras y tecnologías avanzadas, la ingeniería ha permitido a la sociedad alcanzar niveles de bienestar y eficiencia sin precedentes (Vincenti, 1990).

## Desarrollo histórico de la ingeniería

La ingeniería como desarrollo se puede rastrear desde tiempos prehistóricos debido a que evolucionó desde simples herramientas y técnicas para manipular el entorno hasta sistemas complejos e innovaciones que definen la era moderna. La Revolución Industrial marcó un hito en su historia con la mecanización de la producción y el surgimiento de la ingeniería mecánica y civil como disciplinas formales. La invención del motor de vapor, el telégrafo y la electricidad son ejemplos de cómo la ingeniería transformó la vida cotidiana en vista de que impulsó el transporte, la comunicación y la producción industrial.

En el siglo pasado, el campo de la ingeniería experimentó una expansión y diversificación enorme con avances como la electrónica, la computación y la ingeniería biomédica, las cuales abrieron nuevas fronteras en la investigación y la aplicación tecnológica. El inicio de la era digital y la revolución de las tecnologías de la información y la comunicación redefinieron el papel de esta disciplina, puesto que facilitó la globalización, la conexión global y el acceso inmediato a la información.

## Ingeniería y desarrollo de la civilización

La relación entre la ingeniería y el desarrollo de la civilización es evidente en la manera como ha moldeado el crecimiento de las sociedades, las economías y las culturas a lo largo de la historia. La ingeniería ha permitido a la humanidad superar limitaciones físicas, mejorar la calidad de vida y enfrentar desafíos globales como la crisis climática, la urgente necesidad de seguridad alimentaria y la imperativa sustentabilidad (Academia Nacional de Ingeniería y Consejo Nacional de Investigaciones, 2009). Además, ha facilitado el desarrollo de infraestructuras críticas como puentes, represas, sistemas de transporte y redes de comunicación, fundamentales para el funcionamiento de las sociedades modernas.

La ingeniería también desempeña un papel crucial en el desarrollo económico debido al apoyo que da a la innovación, la competitividad y la productividad en diversos sectores. En esta disciplina, la investigación y el desarrollo generan nuevas tecnologías y procesos que son pilares de la economía del conocimiento, además de contribuir significativamente al crecimiento económico y a la creación de empleo.

Según la Real Academia Española (2024), la ingeniería es el “conjunto de conocimientos orientados a la invención y utilización de técnicas para el aprovechamiento de los recursos naturales o para la actividad industrial”, lo cual implica la aplicación de conocimientos científicos y matemáticos para resolver problemas prácticos y satisfacer necesidades humanas. Asimismo, ha sido crucial para el progreso de la civilización humana. Desde tiempos antiguos, la creatividad humana ha desarrollado herramientas, máquinas y estructuras que han facilitado diversas actividades y elevado la calidad de vida.

Es probable que algunos de los ingenieros fueran inicialmente artesanos que aplicaron su conocimiento empírico para construir canales de riego, carreteras, puentes y edificios. Con el desarrollo de las matemáticas y la mecánica, la ingeniería adquirió una base más científica. Como lo deja entrever el historiador Daniel Boorstin (1983), el progreso de la

ingeniería preparó el camino para el progreso de la humanidad misma. Los viajes, el comercio y la difusión de ideas, todo lo que une a los pueblos, depende ahora, como entonces, del ingenio y la habilidad de los ingenieros.

Durante la Revolución Industrial, ingenieros como James Watt, George Stephenson y Gustave Eiffel aplicaron nuevos conocimientos de termodinámica, electricidad y resistencia de materiales para desarrollar máquinas de vapor, locomotoras, puentes metálicos y rascacielos. Estos avances tecnológicos transformaron la producción, el transporte y la urbanización, por lo que sentaron las bases para la sociedad moderna.

En el siglo XX, ramas como la ingeniería eléctrica, mecánica, química y aeroespacial experimentaron grandes progresos. La ingeniería permitió la automatización en fábricas, la generación y transmisión de electricidad, el desarrollo de nuevos materiales, medicamentos y tecnologías de la información. Como dice el ingeniero civil Henry Petroski (2010), casi todo lo que tocamos y usamos durante el día, desde el momento en que nos levantamos, ha pasado por las manos de ingenieros. Las innovaciones en ingeniería incrementan la productividad, mejoran la calidad de vida y conectan al mundo.

Hoy en día, los desafíos como el cambio climático, la disminución de recursos y otras y amplias exigencias de una población mundial en constante crecimiento demandan soluciones revolucionarias de la ingeniería. Campos como la nanotecnología, biotecnología, inteligencia artificial y energías renovables son áreas clave para un futuro sostenible. Como dijo el ingeniero aeroespacial Theodore von Kármán: “los científicos estudian el mundo tal como es, los ingenieros crean el mundo que nunca ha existido” (como se citó en Wilczynski y Douglas, 1995, p. 235). La ingeniería seguirá siendo fundamental para el avance y la prosperidad de la civilización humana.

## El pensamiento en ingeniería

El proceso de pensamiento en ingeniería sigue una secuencia que permite abordar un problema de manera particular. De acuerdo con el concepto del proceso de ingeniería para la práctica ingenieril

efectiva, se han propuesto varios modelos de diseño e ingeniería para fomentar la participación de estudiantes jóvenes en el diseño de ingeniería como una nueva forma de alfabetización (English y King, 2015). Estos modelos se aplican tanto en ambientes educativos formales como informales, especialmente dirigidos a estudiantes de primaria y secundaria inferior (English y King, 2015). Aunque estos modelos pueden basarse en un enfoque paso a paso que dista de aprender ingeniería como una práctica cultural rica y compleja, es útil examinar las similitudes y diferencias entre ellos.

La mayoría de estos modelos incorporan el concepto de definir el alcance del problema a partir del establecimiento de restricciones y criterios relevantes. Aunque crucial para la solución de problemas ingenieriles en contextos profesionales, esta fase suele recibir menos atención en la educación de estudiantes jóvenes. Algunas investigaciones han mostrado que definir el alcance del problema es una habilidad que distingue a los expertos de los novatos, siendo que los primeros dedican más tiempo a actividades que pueden resultar en soluciones de diseño de mayor calidad (Atman *et al.*, 2007). Definir el alcance puede incluir clarificar y reformular los objetivos del problema, identificar restricciones, considerar la viabilidad y usar el contexto para enriquecer el significado (English y King, 2015).

Varios modelos de proceso de ingeniería subrayan también la existencia de múltiples soluciones posibles, lo que requiere un proceso de selección basado en criterios definidos. Este contempla revisar soluciones previas, que incluyen la investigación y generación de nuevas ideas a través de la lluvia de ideas. La construcción de prototipos para pruebas aparece en varios modelos, que se diferencian de los modelos descriptivos o interpretativos, ya que se enfoca en probar aspectos funcionales antes de la finalización del diseño. La prototipación es vista como una actividad clave en el diseño, llevada a cabo por diseñadores competentes y constituye un elemento esencial del proceso de diseño.

A partir de la organización de algunos de los modelos propuestos, se puede establecer una estructura en los siguientes bloques:

1. Definición del problema o necesidad

2. Investigación e indagación
3. Fase de análisis y creación
4. Realización del proyecto o prototipo
5. Evaluación o análisis de la viabilidad del prototipo

Estos elementos concuerdan con las ocho prácticas de ingeniería propuestas por el Consejo Nacional de Investigación (2012), las cuales van más allá de la idea de proceso de ingeniería para presentar esta disciplina como la participación en un conjunto de prácticas que requieren la coordinación simultánea de conocimientos y habilidades:

- Definir problemas
- Desarrollar y utilizar modelos
- Planificación y realización de investigaciones
- Análisis e interpretación de datos
- Usar las matemáticas y el pensamiento computacional
- Diseñar soluciones
- Participar en argumentos a partir de pruebas
- Obtener, evaluar y comunicar información

La anterior estructura concreta de alguna manera el proceso estructurado y sistémico a través del cual la ingeniería aborda un problema y lo lleva a una propuesta de solución fáctica, aspectos que tienen relevancia en el interés sobre cómo se puede asumir este componente en la línea de aplicación pedagógica, particularmente en la educación STEM.

## La educación en ingeniería

Se está formando un acuerdo generalizado sobre la relevancia de la educación en ingeniería y como esta continúa, afianza y potencia el camino trazado por la educación científica, enfocándose en sumergir a los estudiantes en prácticas propias de la disciplina (Consejo Nacional de Investigación, 2012), es decir, enfatizando más en los procesos que en los productos finales. Esto implica reconocer la ingeniería no solo como una práctica técnica, sino también como una actividad que se extiende en los ámbitos cognitivo, social y cultural, lo que conlleva adoptar prácticas específicas que definen

modos particulares de actuar, comunicarse, razonar, valorar y existir en este campo (Couso y Simarro, 2020).

De acuerdo con esta perspectiva sociocultural de la educación, así como las prácticas científicas se consideran esenciales para la formación científica (Osborne, 2014), la implicación de los estudiantes en prácticas de ingeniería escolar que reflejen las del mundo profesional se vuelve fundamental en la formación en ingeniería del siglo XXI.

Influenciado por la noción del diseño como una alfabetización esencial del siglo actual, y la importancia y el enfoque que la educación en ingeniería ha experimentado bajo un cambio significativo y obteniendo un papel más destacado y central en el contexto educativo, particularmente en la superior (Li *et al.*, 2019), se encamina la percepción y la función de la ingeniería como se ilustra en el marco del Consejo Nacional de Investigación (2012), por un énfasis en el valor de comprender el entorno construido por el ser humano y enfatiza la urgencia de incorporar de forma más eficiente la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia, la ingeniería y la tecnología, con el fin de elevar el diseño de ingeniería a un nivel de importancia comparable al de la investigación científica.

En el contexto de la educación STEM y su enfoque integrador, existen posturas que defienden que la educación en ingeniería puede ser el elemento dinamizador para fomentar una mayor

interconexión en la educación con enfoque STEM (King y English, 2016; Academia Nacional de Ingeniería y Consejo Nacional de Investigación, 2009; Consejo Nacional de Investigación, 2012). No obstante, algunas críticas emergen respecto a la brecha existente entre la creciente demanda de ingenieros cualificados y la insuficiente integración de la educación en ingeniería en los niveles obligatorios de enseñanza, particularmente en la educación primaria y secundaria.

Según Couso y Simarro (2020), una educación rica en ingeniería que eduque no solo en ingeniería, sino también sobre ingeniería, debe implicar una visión epistémica de la disciplina, es decir, el conjunto de prácticas, metodologías, objetivos, valores, conocimientos y normas sociales que caracterizan a las disciplinas. En este sentido, la educación STEM se beneficiaría enormemente de adoptar una perspectiva epistemológica que enfatice las diferencias entre ciencia e ingeniería para comprender mejor la relación y la interdependencia entre ambas disciplinas.

La tabla 1 resume las principales diferencias epistémicas entre las disciplinas de ciencia e ingeniería (Couso y Simarro, 2020). Destacan aquí algunas de estas diferencias en cuanto a su finalidad, que puede considerarse el principal rasgo distintivo entre disciplinas (Park *et al.*, 2020), la ciencia y la ingeniería persiguen objetivos de distinta naturaleza.

**Tabla 1.** Características epistémicas de la ciencia

CARACTERÍSTICAS EPISTÉMICAS	DESCRIPCIÓN	CIENCIA	INGENIERÍA
Aportar	Objetivo principal de la disciplina.	Construir aplicaciones confiables de los fenómenos naturales.	Construcción de soluciones óptimas creadas por el hombre.
Esferas de actividad	Principales áreas de actividad o campos de actuación de la disciplina que lleva a cabo su objetivo.	Indagación, argumentación y modelización creación.	
Formas de conocimiento	Tipos de productos generados y utilizados para las actividades de la disciplina con el fin de responder al objetivo de la disciplina.	Teorías, leyes, modelos, etc.	Tecnologías, procesos, etc.

Valores y criterios de calidad objetivos	Epistémicos de la disciplina que aseguran su valor y calidad.	Precisión, objetividad, universalidad, consistencia teórica, coherencia, simplicidad, adecuación empírica, confiabilidad y validez.	Éxito práctico de una solución técnica: aplicabilidad, efectividad, confiabilidad y eficiencia.
Reglas metodológicas	Reglas principales que guían la forma en que se realizan las actividades y se genera y utiliza el conocimiento dentro de la disciplina.	La hipótesis debe ser comprobable (teóricamente o con experimentos reales), tiene que haber convergencia de una variedad de pruebas que respalden una afirmación.	Las soluciones deben ser comprobables (no hay espacio para la idealización). Las soluciones deben ser comprobables en términos de aplicabilidad, eficiencia y eficacia.

**Fuente:** basada en Couso y Simarro, 2020.

La ciencia se centra en desarrollar descripciones teóricas y construir marcos explicativos confiables del mundo natural para comprenderlo y actuar en consecuencia, aun cuando la ingeniería tiene como objetivo principal la construcción de soluciones óptimas hechas por el hombre. Por lo tanto, esta disciplina tiene como objetos de conocimiento los artefactos creados por el hombre, incluido su estudio en términos funcionales y su construcción (Consejo Nacional de Investigación, 2012).

Derivado del objetivo de cada disciplina, la ciencia y la ingeniería, se identifican diferentes esferas de actividad que siguen sus respectivos objetivos (Osborne, 2014). Estas actividades centrales dan como resultado formas de conocimiento científicas y de ingeniería específicas. Los principios, teorías, leyes, modelos y hechos son formas reconocidas de conocimiento científico mientras que los mecanismos, procesos y tecnologías podrían entenderse como la forma de conocimiento de la ingeniería (Couso y Simarro, 2020), estos últimos, deben ser fundamentales en el proceso de enseñanza.

Varias voces han identificado la falta de énfasis epistémico en los estándares de ingeniería PreK-12 y la presencia desequilibrada de disciplinas en la educación STEM (ITEEA y CTETE, 2020). Como resultado, han ido surgiendo nuevas propuestas educativas que reconocen la base epistemológica de la ingeniería, como los nuevos estándares para la alfabetización tecnológica y de ingeniería (ITEEA y CTETE, 2020). Sin embargo, la educación en ingeniería PreK-12 todavía está en desarrollo y se necesita más énfasis en las prácticas (Couso y Simarro, 2020; ITEEA y CTETE, 2020; NRC, 2012).

**Tabla 2.** Conceptos prácticos del Consejo Nacional de Investigación [NRC], 2012

Definiciones prácticas de la NRC
Definición de problemas
Desarrollo y uso de modelos
Planificación e investigación de realizaciones
Análisis e interpretación de datos
Usando las matemáticas y el pensamiento computacional
Diseñando soluciones
Participación en argumentos a partir de la evidencia
Obtener, evaluar y comunicar información.

**Fuente:** tomado del Consejo Nacional de Investigación, 2012, p. 3.

La integración de la ingeniería en el ámbito pedagógico, especialmente en STEM, se considera fundamental y debe basarse en la mentalidad y enfoque característicos de los ingenieros al abordar problemas. Vale la pena recordar que el término “ingeniería” proviene del latín *ingenium*, que describe una cualidad innata donde los aspectos psíquicos se desarrollan intrínsecamente en cada individuo, así como el talento, originado del francés *ingénieur*, que inicialmente no solo se refería a quienes conocían y manejaban máquinas o estructuras constructivas, sino especialmente a quienes eran capaces de diseñarlas y construirlas.

## Ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas: STEM

En el ámbito educativo, el concepto de “enfoque” se refiere a la manera específica en que se estructura, planifica y lleva a cabo el proceso educativo. Un

enfoque educativo proporciona un marco o conjunto de principios que guían las decisiones pedagógicas, el diseño de currículos, las estrategias de enseñanza y la evaluación del aprendizaje. En esencia, ofrece una estructura conceptual para organizar y dirigir el proceso de enseñanza-aprendizaje. Puede basarse en teorías pedagógicas, filosofías educativas o enfoques específicos para abordar las necesidades y objetivos educativos particulares.

Por ejemplo, el enfoque STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) es un marco educativo que integra estas disciplinas para fomentar la resolución de problemas y la aplicación práctica del conocimiento. Es crucial destacar que STEM no solo abarca un conjunto de materias aisladas, sino que representa un enfoque educativo integrado que busca cultivar habilidades y perspectivas integradas para preparar a los individuos ante los desafíos complejos y líquidos de la sociedad actual.

La promoción del enfoque en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) ha sido un tema destacado en las discusiones contemporáneas sobre educación. Es innegable que, tanto de manera integrada como independiente, ha tenido un impacto significativo en la dirección de las políticas educativas y ha captado la atención en la investigación educativa (Bybee, 2013; Johnson *et al.*, 2020) debido a su capacidad para proporcionar una educación integral y aplicada, que se centra en la resolución de problemas del mundo real y fomenta habilidades críticas para el siglo XXI.

Los programas STEM suelen involucrar actividades prácticas, proyectos de equipo, resolución de problemas y aplicación de conceptos en situaciones del mundo real, con el propósito de desarrollar habilidades y competencias para el siglo XXI como las maneras de pensar, de trabajar, de vivir en el mundo y las herramientas esenciales para trabajar en el entorno actual y futuro.

Hablar de STEM implica más que simplemente interdisciplinariedad; es una aplicación de conocimiento integrativo que no establece un orden jerárquico entre las disciplinas, como lo sugiere Morin (2000) en el prólogo a un documento de la Unesco sobre la educación del futuro. Este enfoque reconoce la complejidad y diversidad del conocimiento, ya que aborda cualquier proceso a través

de diversas disciplinas, que incluyen las ciencias, humanidades, literatura y filosofía.

En los sectores productivos, las nuevas dinámicas demandan individuos con competencias modernas y una adaptabilidad frente al desarrollo tecnológico. La educación ha adoptado una nueva mirada que incorpora las STEM, las cuales incluyen un componente de ingeniería que favorece situaciones de estudio y análisis, a menudo relacionado con diversas líneas como la industrial, informática o eléctrica, lo que puede hacer su inclusión en el proceso educativo difícil o poco común.

## La ingeniería en las STEM

A partir del enfoque de ciencia, tecnología y sociedad (CTS), propuesto por Bybee (2013), se argumenta que se debe otorgar importancia a la tecnología, considerada como el resultado de la actividad de ingeniería, más que a las prácticas de ingeniería en sí, cuya conexión con otras disciplinas es destacable. De manera similar, si se ponen la tecnología y la ingeniería en el centro de una educación STEM integrada, se evidencia un desequilibrio en la atención dedicada a las diversas disciplinas STEM, según señalan Honey *et al.* (2014). En este contexto, la ingeniería y la tecnología suelen adquirir una centralidad mayor, ya que las ciencias y las matemáticas se emplean como contextos o herramientas para abordar problemas de diseño tecnológico, como sostiene Sokolowski (2018).

La importancia de la función que la ingeniería puede cumplir en la propuesta que aporta al enfoque STEM radica en establecer un proceso óptimo y adecuado para abordar el planteamiento de solución a un problema, que considera el entorno y las condiciones dinámicas del proceso proyectual y de diseño.

Las STEM presentan una apuesta interesante para abordar la relación de la investigación con la empresa y los centros de desarrollo tecnológico, y se intenta disminuir el predominio de la adquisición o adaptación de tecnologías foráneas, sin desconocer el aporte que esto permite en algunos campos puntuales, más allá del componente ingenieril, que son a la vez causa y efecto del poco interés de investigación y de la escasa relación entre la



academia y la industria. Esto posibilita aportar en todos los campos de la cadena productiva y del desarrollo tecnológico, con un alto impacto en el ámbito educativo al propiciar el paso del consumismo a la producción, es decir, acercarse de mejor manera a una cultura de prosumidores y transferencia tecnológica o de conocimientos.

La importancia de esta correlación de disciplinas y el entorno permite hacer práctico el concepto de “ingeniería social” como aplicación del conocimiento específico de lo social, sobre lo social y para lo social mediante la aplicación de principios científicos al diseño y construcción de formas o modelos de asociación en grupos organizados. Esto se articula con lo planteado por Rosalind William, directora del Programa de Ciencia, Tecnología y Sociedad del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), quien manifiesta que el conocimiento humanístico es ahora más importante que nunca en ingeniería, como en otros estudios, y se necesita entender otras lenguas, culturas, tener formación en elementos históricos y sociales, porque los cambios tecnológicos que estamos viviendo no funcionarán si no hay un profundo conocimiento cultural detrás (Padilla, 2004).

La educación STEM invita a los docentes a incentivar en sus estudiantes competencias propias de un siglo cambiante como la creatividad, innovación, pensamiento crítico y la curiosidad por lo que ocurre en su entorno, y a profundizar sus conocimientos, conceptos, principios, leyes y teorías de las disciplinas, con el fin de que realicen conexiones entre los conocimientos y las experiencias prácticas de aula. Esto puede contribuir al desarrollo local, regional o nacional a partir del establecimiento de bases fundamentales en el pensamiento científico y tecnológico.

La línea educativa y aplicación pedagógica de la ingeniería implican un cambio de actitud cognitiva planteada en la teoría funcional de Niklas Luhman y su concepción constructivista del conocimiento. Esta teoría propone romper los criterios de regulación de las normas académicas tradicionales y favorecer la construcción de un pensamiento interdisciplinario. Para explicar la interacción entre lo social y el entorno, es necesaria una red de operaciones que cree una fenomenología de autopoiesis,

es decir, la condición de existencia y la continua producción de sí mismo, con la capacidad de conservar la unión entre sus partes e interactuar entre ellas de manera autónoma en un marco continuo de autorregulación (Luhman, 1999).

## Conclusión

En el enfoque STEM, la integración de la ingeniería juega un papel fundamental, puesto que los procesos de aplicación deben tener claridad en cuanto a cada uno de sus componentes. Considerando que se trata de una integración de disciplinas, la inclusión de la ingeniería trasciende más allá de elementos técnicos o tecnológicos, que involucran un pensamiento sistémico activo en el desarrollo de soluciones a problemas o necesidades concretas.

Esta integración del componente ingeniería en la aplicación educativa de las STEM permite llevar a cabo la interrelación con las ciencias y las matemáticas de una manera práctica y efectiva, así como aportar en la variedad de procesos de desarrollo ingenieril desde el diseño hasta la aplicación en la solución de problemas, y que puede adaptarse de manera versátil según las características específicas del aspecto que se quiera abordar en la práctica del enfoque educativo STEM.

La educación en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) propone una perspectiva interdisciplinaria e integrada para desarrollar habilidades esenciales del siglo XXI; en este contexto, la ingeniería desempeña un papel crucial al ofrecer un enfoque práctico y de resolución de problemas a estas disciplinas, es así como la integración de la ingeniería permite combinar conceptos y métodos para abordar los desafíos del mundo real que enfrentamos en la actualidad.

Es esencial destacar la visión CTS (ciencia, tecnología y sociedad) que resalta la importancia de comprender el contexto histórico y social en el desarrollo tecnológico, la ingeniería, por su parte, y a partir de una perspectiva interdisciplinaria, puede abordar este aspecto, puesto que proporciona una comprensión de fondo sobre cómo la tecnología impacta y se ve influenciada por la sociedad.

En el marco de una prospectiva de la educación, es crucial reconocer las diferencias y aportes

entre la ciencia y la ingeniería, así como comprender la interdependencia entre ambas, pues, a partir de este enfoque epistemológico, no solo enriquece la formación STEM, sino que también prepara a los estudiantes para un pensamiento crítico y analítico más amplio.

La inclusión de las artes en STEM, que da paso a STEAM, amplía aún más la visión educativa al fomentar la creatividad y el pensamiento interdisciplinario, por lo que las STEAM ofrecen un enfoque holístico para abordar los problemas complejos de nuestra sociedad contemporánea.

El enfoque en educación STEM y la integración de la ingeniería están diseñadas con el propósito de preparar a los estudiantes para enfrentar los desafíos actuales y futuros, esto implica fomentar la innovación, la resolución de problemas y la colaboración, habilidades fundamentales que impulsan el progreso y el desarrollo en un mundo cada vez más complejo e interconectado, donde se va más allá de la mera transmisión de conocimientos y se promueven habilidades prácticas, críticas y creativas, con el fin de abordar los desafíos de nuestro mundo actual y preparar a las generaciones futuras para un futuro sostenible y próspero.

## Referencias

- Academia Nacional de Ingeniería y Consejo Nacional de Investigaciones. (2009). *Ingeniería en educación K-12: Comprender el estado y mejorar las perspectivas*. Prensa de Academias Nacionales.
- Asociación Internacional de Educadores de Tecnología e Ingeniería [ITEEA] y Consejo de Formación Docente en Tecnología e Ingeniería [CTETE]. (2020). *Estándares para la alfabetización tecnológica y de ingeniería*.
- Atman, C. J., Adams, R. S., Cardella, M. E., Turns, J., Mosborg, S. y Saleem, J. (2007). Procesos de diseño de ingeniería: una comparación de estudiantes y profesionales expertos. *Revista de Educación en Ingeniería*, 96(4), 359–379.
- Boorstin, D. (1983). *The Discoverers*. Random House.
- Bybee, R. W. (2013). *El caso de la educación STEM: desafíos y oportunidades*. Asociación Nacional de Profesores de Ciencias.
- Consejo Nacional de Investigación [NRC]. (2012). *Un marco para la educación científica K-12: Prácticas, conceptos transversales e ideas centrales*. Prensa de las Academias Nacionales. <https://doi.org/10.17226/13165>.
- Couso, D. y Simarro, C. (2020). La educación STEM a través de lo epistemológico: Revelando el desafío de la transdisciplinariedad STEM. En C. C. Johnson, M. J. Mohr-Schroeder, T. J. Moore y L. D. English (eds.), *Manual de investigación sobre educación STEM* (pp. 17-28). Taylor y Francis Inc.
- English, L. D. y King, D. T. (2015). Aprendizaje STEM a través del diseño de ingeniería: investigaciones de estudiantes de cuarto grado en el sector aeroespacial. *Revista Internacional de Educación STEM*, 2(14), 1–18. <https://doi.org/10.1186/s40594-015-0027-7>
- Honey, M., Pearson, G. y Schweingruber, H. (2014). *Integración STEM en la educación K-12*. Comité de Educación STEM Integrada, Academia Nacional de Ingeniería y Consejo Nacional de Investigación.
- King, D. y English L. D. (2016). Diseño de ingeniería en la escuela primaria: aplicación de conceptos básicos para construir un instrumento óptico. *Revista Internacional de Educación Científica*, 38(18), 2762–2794. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1262567>
- Johnson, C. C., Mohr-Schroeder, M. J., Moore, T. J. e English, L. D. (eds.). (2020). *Manual de investigación sobre educación STEM* (1ª ed.). Rutledge.
- Li, Y., Schoenfeld, A. H., Andrea, A., Graesser, A. C., Benson, L. C., English, L. D. y Duschl, R. A. (2019). Diseño y pensamiento de diseño en la educación STEM. *Revista de Investigación en Educación STEM*, 2, 93–104. <https://doi.org/10.1007/s41979-019-00020-z>
- Luhmann, N. (1999). *Teoría de sistemas: artículos II*. Universidad de los Lagos.
- Morin, E. (13 de agosto del 2000). Siete Saberes [prólogo a un documento de la Unesco]. *Lecturas Dominicales*, El Tiempo.
- Osborne, J. (2014). Enseñanza de prácticas científicas: afrontar el desafío de cambiar. *Revista de Formación de Profesores de Ciencias*, 25(2), 177–196. <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9384-1>

- Padilla, M. (2004). El conocimiento humanístico debería ser ahora más importante que nunca. Entrevista: Rosalind Williams, directora del programa de ciencia, tecnología y sociedad del MIT. Barcelona - 14 junio 2004.
- Park, W., Wu, J. y Erduran, S. (2020). La naturaleza de las disciplinas STEM en los documentos de estándares de educación científica de EE. UU., Corea y Taiwán centrándose en objetivos, valores y prácticas disciplinarios. *Science & Education*, 29, 899-927. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00139-1>
- Petroski, H. (2010). *The Essential Engineer: Why Science Alone Will Not Solve Our Global Problems*. Knopf.
- Real Academia Española. (2024). Ingeniería [Definición]. En *Diccionario de la lengua española* (23.ª ed.). <https://dle.rae.es/ingenieria>
- Sokolowski, A. (2018). *Investigación científica en matemáticas: teoría y práctica. Una perspectiva STEM*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-89524-6>
- Vincenti, W. (1990). *Qué Saben los Ingenieros y Cómo lo Saben*. Prensa de la Universidad Johns Hopkins.
- Wilczynski, V. y Douglas, S. M. (1995). Integrating design across the engineering curriculum: A report from the trenches. *Journal of Engineering Education* 84(3), 235-240

