

VISIÓN  
STEM  
PARA MÉXICO



VISIÓN  
STEM  
PARA MÉXICO



# VISIÓN STEM PARA MÉXICO

Primera edición, 2019

## COORDINACIÓN ESTRATÉGICA

[Graciela Rojas Montemayor](#)

Presidenta de Movimiento STEM

[Laura Segura Guzmán](#)

Gerente Investigación y Desarrollo Ecosistema STEM

## EDICIÓN TÉCNICA E INVESTIGACIÓN

[Marlene Gras Marín](#)

Consultora en materia de Educación

## ASESORÍA TÉCNICA

[Carmen Villavicencio Caballero](#)

Coordinadora del Programa a Distancia “La Ciencia en tu Escuela” de la Academia Mexicana de Ciencias

[Juan Carlos Andrade-Guevara](#)

Jefe de proyectos en Innovación en la Enseñanza de la Ciencia A.C. (INNOVEC)

## INVESTIGADORA JUNIOR

[Jessica Archundia González](#)

## DISEÑO

[Cerca Diseño](#)

## HECHO EN MÉXICO

[Distribución gratuita. Prohibida su venta](#)

El contenido, la presentación, así como la disposición en conjunto y de cada página de esta obra son propiedad de la Alianza para la Promoción de STEM. Se autoriza su reproducción parcial o total por cualquier sistema mecánico o electrónico para fines no comerciales, siempre que exista un reconocimiento adecuado de la Alianza para la Promoción de STEM como fuente y propietario de derechos de autor. Todas las solicitudes de uso público o comercial y los derechos de traducción deben enviarse a [comunicacion@movimientostem.org](mailto:comunicacion@movimientostem.org)

# RESUMEN

En este documento la Iniciativa Privada, a través de sus Cámaras Empresariales, en colaboración con organizaciones de la sociedad civil que se dedican a impulsar la educación en Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM), reconocen la importancia de generar una cultura que favorezca la transición exitosa de México a la Cuarta Revolución Industrial, que se caracteriza por la automatización, la analítica, la robótica, la colaboración social y la convergencia de las esferas física, digital y biológica y que, consecuentemente transformará todos los sistemas de la sociedad en la que vivimos.

Los participantes de esta propuesta consideramos que es fundamental consolidar una cultura STEM con una visión inclusiva que tenga como propósito final garantizar un desarrollo sustentable y equitativo para nuestro país. Ello requiere primeramente de construir y compartir una visión común sobre la importancia de STEM para el presente y futuro de México y a su vez, promover un esfuerzo conjunto y coordinado entre el sector público y privado que permita hacerla realidad en los diferentes ámbitos y contextos de la vida nacional.

Con esa intención, en este trabajo se esbozan algunas ideas clave para generar esta visión compartida así como los aspectos a considerar para que contemos con los elementos e insumos que permitan brindar una Educación en STEM de alta calidad en nuestro país, que sienta las bases para enfrentar exitosamente los retos que plantea un crecimiento económico más equitativo, que tenga como fundamento una educación de calidad que dinamice a sus ciudadanos en la búsqueda de soluciones a los problemas del contexto local y global, con una participación informada, analítica, crítica y colaborativa, que permita contar con el capital humano pertinentemente formado para las demandas de los mercados laborales de hoy y aquellos por venir. Pero sobre todo, que inyecte con innovación nuestro país, como condición fundamental para ser artífices de nuestro propio dinamismo económico y aprovechar las oportunidades de empleo que verdaderamente brinden bienestar a los y las mexicanas.

La Alianza para la Promoción de STEM (AP STEM) es una iniciativa encabezada por el Consejo Coordinador Empresarial (CCE), el Consejo Ejecutivo de Empresas Globales (CEEG), American Chamber México (ACM) y la Cámara de Comercio de Canadá en México en alianza con The Software Alliance (BSA) con la coordinación estratégica de Movimiento STEM, A.C., quien a su vez lidera los esfuerzos del Ecosistema STEM. Esta alianza está integrada por representantes de la iniciativa privada, organismos empresariales, organizaciones de la sociedad civil, academia, organismos no gubernamentales, nacionales e internacionales, centros de investigación, emprendimiento e innovación, así como especialistas en la materia, con el propósito de impulsar políticas públicas y acciones concretas para consolidar la Educación en STEM en México.



VISIÓN  
STEM  
PARA MÉXICO

## INSTITUCIONES PARTICIPANTES

### ALIANZA PARA LA PROMOCIÓN DE STEM (AP STEM)

#### EQUIPO DE LÍDERES



#### COMITÉ TÉCNICO

Grupo de expertos en educación en ciencias, tecnología, ingeniería y/o matemáticas que colaboran de manera cercana en el diseño, ejecución y seguimiento de los objetivos y acciones de la AP STEM.



#### DONANTES PARA ESTA PUBLICACIÓN



# AGRADECIMIENTOS

Visión STEM para México es un documento que surge de una preocupación real y urgente de resolver: ¿cuál es el panorama social y del ámbito laboral al que se enfrentarán nuestros niños, niñas, adolescentes y jóvenes? y ¿los estamos preparando para ser competentes en ese futuro?

Los organismos empresariales, la sociedad civil y las instituciones educativas (aquellas dedicadas a otros campos de la educación y aquellas dedicadas a iniciativas STEM) hacen un profundo análisis y reflexionan sobre las mejores vías para encaminar la educación hacia metodologías ágiles y que generen competencias útiles para el futuro del alumnado.

Los colaboradores de este documento agradecemos el respaldo y liderazgo del Consejo Coordinador Empresarial (CCE), el Consejo Ejecutivo de Empresas Globales (CEEG), American Chamber México (ACM), la Cámara de Comercio de Canadá en México y The Software Alliance (BSA), así como del coordinador estratégico Movimiento STEM, por aportar la visión estratégica y hacernos partícipes de los avances que desde el Ecosistema STEM y la iniciativa privada se logren en el impulso de políticas públicas y acciones concretas para consolidar la Educación en STEM en México.

Agradecemos también a las instituciones que con espíritu de genuina colaboración, consolidaron el presente documento mediante su trabajo dentro del Comité Técnico de la AP STEM: Academia Mexicana de Ciencias, artEDU, Edacom / LEGO® Education, Educando by Worldfund, Impact Asesores, Innovación en la Enseñanza de la Ciencia A.C. (INNOVEC), Movimiento STEM, Persiste, A.C., RobotiX, Tamsa A.C. y Territorium / DELL EMC. La sinergia que ha caracterizado a este grupo de trabajo ha permitido generar importantes consensos desde perspectivas diversas y complementarias.

Un especial agradecimiento a la Editora Técnica Marlene Gras (Consultora en Educación), y a los Asesores técnicos Juan Carlos Andrade (INNOVEC) y Carmen Villavicencio (Academia Mexicana de Ciencias) por sus aportaciones como expertos en Educación en STEM y cuya ardua labor resultó en el presente documento.

El desarrollo de este documento no hubiera sido posible sin las generosas donaciones de Bayer, Citibanamex Compromiso Social a través de Fomento Social Banamex, A.C., Dupont y The Software Alliance (BSA), quienes creyeron en el proyecto y brindaron su confianza en que el impacto de este documento será trascendental para la forma en que percibimos y podemos avanzar la educación en nuestro país.



VISIÓN  
STEM  
PARA MÉXICO

# CARTA DEL PRESIDENTE DEL CCE

## EDUCACIÓN EN STEM: OPORTUNIDAD PARA EL DESARROLLO Y LA EQUIDAD

En la medida en que surgen y avanzan las nuevas tecnologías digitales, también se han creado nuevas industrias y fuentes de empleo en nuestra economía. Hoy, se producen bienes que no conocíamos hace apenas unos años y los procesos productivos son completamente distintos: a los avances en la manufactura se ha sumado la transformación digital para dar paso a la Cuarta Revolución Industrial.

Esta realidad exige cada vez más profesionistas capaces de crear y poner en marcha procesos operativos eficientes, veloces y flexibles, en los que el uso de la tecnología es imprescindible. El futuro de nuestro país depende de nuestra capacidad para desarrollar nuevas habilidades, sobre todo, en materias de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM). Estas son las áreas que en el futuro crearán nuevos empleos, construirán un mayor crecimiento y detonarán la innovación social.

Hoy, los países no son más competitivos por sus recursos naturales, sino por el talento de su gente. México es una nación de jóvenes que tienen todo el potencial para ubicarnos a la vanguardia. Para lograrlo, resulta indispensable que nos sumemos a las tendencias globales y fortalezcamos el estudio de STEM como motor para detonar la productividad y competitividad a través del talento de nuestros niños y jóvenes.

Desde el Sector Privado, estamos convencidos de que el empleo es la única forma sostenible de reducir los niveles de marginación y carencias sociales en la población. Y la única forma de generarlo es vinculando las necesidades de las empresas con la formación de los trabajadores. Hoy, más del 30% de los empleadores mexicanos han enfrentado dificultades para encontrar trabajadores en las áreas STEM. Aún peor, 78% de los jóvenes no están interesados en dedicarse a la ciencia. Este es nuestro principal reto.

Después de todos los beneficios que han traído la ciencia y la tecnología, el desafío que compartimos es promover el estudio de STEM entre nuestros niños, niñas y jóvenes. Lo que ganaríamos es evidente: según la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE), ocho de los 10 empleos mejor pagados son carreras en estas materias. Por eso, los empresarios apostamos por un cambio en nuestro modelo educativo.

Queremos ver más jóvenes y, en especial, más mujeres jóvenes en estas áreas. De acuerdo con la OCDE, únicamente 8% de las mujeres eligen este tipo de carreras, en contraste con el 27% de los hombres. Es tiempo de romper estereotipos y fomentar a que exista una mayor participación y más equitativa.

Para el Consejo Coordinador Empresarial, la Educación en STEM representa un cambio en la manera de ver la educación y construir el futuro de México. La Revolución 4.0 exige que veamos hacia adelante, en lugar de recortar nuestra visión al presente. Hoy, los mexicanos deben ser capaces de resolver problemas más complejos; de transformar la información en conocimiento; de crear soluciones nuevas a problemas viejos de nuestras propias sociedades; de convertir la tecnología en un instrumento de desarrollo.

Estamos convencidos de que enseñar a nuestros niños y jóvenes a tener un pensamiento analítico y enfocado a la resolución de problemas, con habilidades y competencias para la innovación, el liderazgo y el emprendimiento, podrá generar un cambio sustantivo en nuestra sociedad.

México tiene el potencial y capital humano para volverse cuna de emprendimiento, innovación, desarrollo tecnológico y bienestar social. Es urgente que actuemos y, juntos, llevemos a México a tener un porvenir más próspero y moderno.

**Juan Pablo Castañón Castañón**

Presidente del Consejo Coordinador Empresarial

# ÍNDICE

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Visión STEM para México</b>   | <b>1</b>  |
| Carta del presidente del CCE   | 6         |
| Índice abreviado   | 8         |
| Introducción   | 9         |
| <b>Capítulo 1. Origen y evolución de stem y de la educación en STEM</b>  | <b>14</b> |
| 1.1. STEM en el panorama mundial   | 14        |
| 1.2. STEM en México  | 18        |
| 1.3 ¿Por qué un proceso de enseñanza/aprendizaje en STEM?  | 22        |
| 1.4. STEM es interdisciplinario y transdisciplinario, vinculación de la escuela con la comunidad/ las empresas | 24        |
| <b>Capítulo 2. El momento histórico de STEM</b>  | <b>26</b> |
| 2.1 STEM como palanca del desarrollo   | 26        |
| 2.2 Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 de la ONU   | 26        |
| 2.3 La Cuarta Revolución Industrial  | 26        |
| <b>Capítulo 3. Nace AP Stem</b>  | <b>28</b> |
| 3.1 Historia   | 28        |
| 3.2 Objetivos que persigue AP STEM   | 28        |
| <b>Capítulo 4. La Educación en STEM en la práctica</b>   | <b>30</b> |
| 4.1 Fundamentación Filosófica  | 30        |
| 4.2 Competencias que se adquieren y cómo se propician  | 31        |
| 4.3 Proceso enseñanza – aprendizaje  | 33        |
| 4.4. El docente y la Educación en STEM   | 34        |
| 4.5 El ambiente de aprendizaje   | 35        |
| 4.6 Ejes trasnversales y áreas de foco   | 37        |
| <b>Conclusiones</b>  | <b>40</b> |
| <b>Referencias Bibliográficas</b>  | <b>41</b> |



## ÍNDICE DE TABLAS, FIGURAS Y CUADROS

|                   |   |
|-------------------|---|
| <b>Tabla 1.</b>   | Porcentaje del PIB en Gasto en Investigación en Ciencia y Tecnología  |
| <b>Tabla 2.</b>   | Competencias STEM de Global STEM Alliance   |
| <b>Figura 1.</b>  | Convergencia de las disciplinas que conforman STEM  |
| <b>Figura 2.</b>  | Convergencia de Competencias de Ciencia y Matemáticas con Lengua y Artes  |
| <b>Figura 3.</b>  | Distribución Porcentual por campo de la Ciencia Grado Licenciatura, Año 2016  |
| <b>Figura 4.</b>  | Distribución Porcentual de Egresados por campo de la Ciencia: Especialidad, Año 2016                                      |
| <b>Figura 5.</b>  | Distribución Porcentual de Egresados por campo de la Ciencia: Grado Maestría, Año 2016                                    |
| <b>Figura 6.</b>  | Distribución Porcentual de Egresados por campo de la Ciencia: Grado Doctorado, Año 2016                                   |
| <b>Figura 7.</b>  | Marco para una educación con enfoque en el desarrollo integral de niños, niñas y jóvenes                                  |
| <b>Cuadro 1.</b>  | ¿Qué es la Educación en STEM?   |
| <b>Cuadro 2.</b>  | Componentes de STEM   |
| <b>Cuadro 3.</b>  | Factores imprescindibles para hacer realidad la Educación en STEM en la Escuela mexicana                                  |
| <b>Cuadro 4.</b>  | ¿Qué es la Cuarta Revolución Industrial?  |
| <b>Cuadro 5.</b>  | Las competencias STEM para la Cuarta Revolución Industrial  |
| <b>Cuadro 6.</b>  | La indagación y STEM  |
| <b>Cuadro 7.</b>  | Ciclo de aprendizaje para la Educación en STEM  |
| <b>Cuadro 8.</b>  | Características de la formación profesional requerida para hacer una realidad la Educación en STEM en la Escuela mexicana |
| <b>Cuadro 9.</b>  | Objetivos de Aprendizaje Socioemocional para la Educación Obligatoria   |
| <b>Cuadro 10.</b> | Áreas de foco de aplicación STEM  |

## ÍNDICE ABREVIADO

|                |   |
|----------------|---|
| <b>5E</b>      | Ciclo de aprendizaje basado en el modelo de las 5E. Involucrar, explorar, explicar, elaborar y evaluar (sus siglas en inglés corresponden a Engage, Explore, Explain, Elaborate and Evaluate) |
| <b>ABP</b>     | Aprendizaje Basado en Proyectos (Project Based Learning o PBL, por sus siglas en inglés)  |
| <b>ABR</b>     | Aprendizaje Basado en Retos, también llamado Aprendizaje basado en Problemas  |
| <b>AP STEM</b> | Alianza para la Promoción de STEM   |
| <b>CASEL</b>   | Colaborativo para el aprendizaje académico, social y emocional (sus siglas en inglés corresponden a Collaborative for Academic, Social, and Emotional Learning)                               |
| <b>CCE</b>     | Consejo Coordinador Empresarial   |
| <b>CONACYT</b> | Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología  |
| <b>INEE</b>    | Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación   |
| <b>OCDE</b>    | Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos   |
| <b>ONU</b>     | Organización de las Naciones Unidas   |
| <b>ODS</b>     | Objetivos de Desarrollo Sostenible  |
| <b>PISA</b>    | Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (sus siglas en inglés corresponden a Programme for International Student Assessment)   |
| <b>STEM</b>    | Acrónimo en inglés de las palabras Science, Technology, Engineering y Math (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, en español, o CTIM)  |
| <b>UNESCO</b>  | Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (sus siglas en inglés corresponden a United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization)         |
| <b>WEF</b>     | Foro Económico Mundial (sus siglas en inglés corresponden a World Economic Forum)   |

# INTRODUCCIÓN

El acrónimo STEM surge en los Estados Unidos de América, como una estrategia para abatir el rezago de esa nación en la formación de capital humano con talento en la aplicación y uso de las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas. El concepto ha evolucionado de ser una mera fusión de asignaturas hasta convertirse en un enfoque educativo transdisciplinario e integral que combina el aprendizaje factual con la aplicación del conocimiento a la vida real y a la resolución de los problemas.

Desde una visión STEM para México, creemos en ciudadanas y ciudadanos mexicanos, con una rica identidad bordada lentamente a través de siglos de culturas y del sincretismo que se dio con la conquista. Creemos que son muchos aspectos los que hacen a México un país único, con un rol protagonista en la actualidad y en su papel dentro de las carreras STEM y la Educación en STEM en el mundo.

México es un país con una gran variedad biológica y sociocultural. Su ubicación, su relieve complicado, sus climas y su historia evolutiva han propiciado una diversidad de ambientes y permitido el desarrollo de una vastedad de conocimientos, tradiciones, y lenguas que reflejan nuestra riqueza natural y cultural.

El conocimiento de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas han estado presentes desde nuestras culturas milenarias y tenemos muchas evidencias de ello. La observación y registro de los astros, el uso de plantas medicinales, el desarrollo de las chinampas, el proceso de nixtamalización que aumenta el valor proteico del maíz (Nixtamalización, tecnología prehispánica, 2016) considerar al cero como un número (ONCETV-IPN, 2018) y la exactitud de los calendarios maya y azteca (La Astronomía de los Antiguos Mayas: Usos Religiosos y Prácticos, 2018), así como las grandes construcciones arquitectónicas piramidales y otras importantes obras hidráulicas en la cuenca de México, ilustran el grado de los conocimientos científicos que sobre ciencia, ingeniería, física y matemáticas poseían nuestras culturas prehispánicas.

En las paredes de nuestras antiguas ciudades, muchas de ellas aún enterradas bajo la vegetación, la tierra o el concreto, se plasmaron notables imágenes que dan cuenta de nuestra riqueza ambiental: flores, plantas, animales... incluso se puede observar la relación que nuestros antepasados establecieron con ellos. ¡Nuestra moneda alguna vez fueron las plumas del quetzal!. Y actualmente, ¿qué mexicano no se siente orgulloso de la belleza de nuestros paisajes?. Conservamos selvas, playas, bosques, desiertos y semidesiertos, cada uno con una diversidad de flora y fauna de extraordinaria belleza, que han sido fuente de progreso para el país y sobre todo de importancia vital para nuestro porvenir y bienestar. Esta gran diversidad natural nos ha ofrecido y ofrece un enorme potencial de desarrollo y a la vez requiere que una ciudadanía informada y participativa sea corresponsable en su preservación y aprovechamiento desde enfoques que se complementen y enriquezcan.

Más adelante en nuestra historia, con la llegada de los españoles se dieron innovaciones para adaptar la tecnología europea a las necesidades de la Nueva España, como un ejemplo está el molino para extracción de caña de azúcar; ya en el siglo XVII hubo inventos e innovaciones tanto científicos como tecnológicos como los acueductos en diez conventos de la Ciudad de México. Había gran interés en las "ciencias creativas" es decir en la innovación, y personas de gran talento fungieron como profesores para nuevas



VISIÓN  
STEM  
PARA MÉXICO

generaciones. El siglo XVIII se caracterizó por el cultivo, desarrollo y difusión de las ciencias exactas (Llanas y Segura, 2011). Y en nuestro México moderno también tenemos grandes personalidades como Mario Molina, ganador en 1995 del Premio Nobel de Química por su dilucidación de amenaza a la capa de ozono de la Tierra; Cristina Mittermeier, bióloga marina, fotógrafa y conservacionista ; Susana López Charretón, especialista en rotavirus; Ali Guarneros, especializada en cohetes suborbitales y satelitales de órbita inferior, por citar unos ejemplos. Así, nuestro ADN científico y tecnológico se remonta siglos atrás, pero sigue vigente.

Por el sincretismo tan poderoso que vivió, México es hoy un país intrincado y profundamente interesante, lleno de narrativas visuales, auditivas y sensoriales; un país con muchos matices dentro; también es un país de colores, de emociones y de estímulos a todos nuestros sentidos. Los mexicanos solemos ser personas cálidas y en nuestra cultura existen valores arraigados como el compartir y ayudar. Prueba de ello es la respuesta de los ciudadanos ante los inclementes fenómenos naturales que hemos vivido en los últimos años.

México, sabemos, también es un país de grandes contrastes, en donde muchas personas viven en situaciones de vulnerabilidad y desigualdad, en donde aún no logramos erradicar prácticas excluyentes y discriminatorias. Retos, todos ellos, insertados además en un contexto global que es más cambiante y vertiginoso que nunca.

Todos los mexicanos nacemos pues, con un legado cultural muy fuerte, que se puede observar también en la aptitud para encontrar soluciones creativas ante los desafíos y adversidades. Ello lo vemos todos los días en los trabajadores mexicanos que buscan brindar a sus familias mejores condiciones de vida y bienestar.

Es en este México complejo y lleno de oportunidades, en donde deseamos impulsar una cultura STEM, con rasgos propios para nuestra mexicanidad. Una cultura en donde cada uno de nosotros pueda abrir oportunidades con la creatividad que nos caracteriza, con conocimientos y habilidades bien consolidadas desde nuestra formación y adecuadas a los cambios que enfrentamos hoy en día. Deseamos impulsar, de forma intencional, estrategias educativas que favorezcan en nuestra población la adquisición de herramientas que ayuden a dar solución a los problemas del ámbito local y de la comunidad global, así como cambiar los paradigmas con responsabilidad.

México cuenta con una riqueza natural excepcional. Es uno de los cinco países con mayor variedad de ecosistemas terrestres y marinos que existen en el planeta, considerado un país megadiverso porque forma parte del grupo de naciones que tienen la mayor cantidad y diversidad de animales, plantas y hongos, casi el 70% de la diversidad mundial de especies. Gran parte de esa amplia diversidad de especies que tiene México está constituida por 19,150 especies endémicas, es decir, que sólo habitan en nuestro país y que se distribuyen de forma restringida a un territorio determinado. Ejemplos de estas especies son: la tortuga de Cuatro Ciénegas que habita en los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas; el mapache de Cozumel, la vaquita marina de Sonora y Baja California; el ajolote de la Ciudad de México o el pino de Jalisco, por mencionar algunas (CONABIO, 2018). Nuestro país posee también, 44 reservas de la Biósfera donde habitan especies representativas de la biodiversidad nacional, son áreas que se preservan, se disfrutan y se aprovechan sustentablemente, entre las más conocidas están: los Arrecifes de Sian Ka'an, el Alto Golfo de California, Calakmul, Mariposa Monarca, Montes Azules y el Gran Desierto de Altar, por mencionar algunos (SEMARNAT, 2018).

México es muy rico y lo hemos explotado como si no pudiera acabarse nunca, y debido a esto actualmente enfrenta graves problemas de desequilibrio ambiental provocados por la pérdida de hábitats, introducción de especies invasoras, sobreexplotación, contaminación y efectos del cambio climático; sin embargo, tiene un potencial enorme para convertirse, por ejemplo, en una potencia ecoturística. Lograrlo requiere de personas formadas en diferentes campos y dispuestas a interactuar; algunas dedicadas a tareas de investigación y otras que sepan gestionar proyectos STEM, que juntas entiendan lo que implica trabajar en la intersección entre el desarrollo de una comunidad y el impacto ambiental que ello implica; que piensen siempre en la importancia de ser incluyente y sean capaces de proponer para cambiar el *status quo* a uno que nos beneficie a todos, incluyendo a “los otros”, la fauna, la flora y el entorno que llamamos “nuestro país”.

Las características de la vida moderna, la concentración de la población en las grandes ciudades, lo acelerada que se ha convertido la vida, las situaciones de pobreza y desigualdad, figuran también entre las razones por las cuales impulsar una Educación en STEM que contribuya a una formación pertinente y de calidad para los mexicanos y mexicanas. Nuestras niñas, niños, adolescentes y jóvenes requieren gran dinamismo en sus aulas escolares y fuera de ellas para que puedan aprender a aprender, a cuestionar, y así retomar e identificarse con esta identidad tan rica que nos conforma. Ya entre nosotros hay personas que trabajan por hacer STEM una realidad para todos, algunos dedicados científicos en laboratorios y en campo, y otros emprendedores que incorporan la innovación al conocimiento y conectan con los mercados laborales o con necesidades sociales actuales.


Al surgir STEM como lo entendemos actualmente, lo hace en un contexto global: un mundo que se ha empezado a adentrar en la Cuarta Revolución Industrial y que cambiará la forma en que trabajamos y por ende e irremediablemente, la forma en la que aprendemos. Un mundo en el que se han incrementado las acciones de colaboración, en parte porque la tecnología lo ha facilitado, y en parte por los sucesos sociopolíticos que nos han ido moldeando en etapas recientes de nuestro devenir histórico. STEM nace también en un momento en el que la información es tanta, que excede nuestra capacidad de analizarla y asimilarla, desdibujando la claridad sobre su buen uso en el momento preciso.

STEM nace también en un momento que nos exige acercarnos con sensibilidad y empatía a las culturas y al entorno, una coyuntura que nos urge a detectar los retos locales y globales, y también las oportunidades que lleven a un beneficio colectivo en forma de desarrollo sostenible, erradicación de la pobreza y bienestar para todos. Un momento histórico que ha dado pie a la interdisciplinariedad y a la transdisciplinariedad, en parte por necesidad, en parte por los avances tecnológicos que han facilitado la comunicación, y también como un guiño al espíritu siempre curioso y participativo que permea STEM.

Con STEM sucede como con las artes, se disfrutan y se admiran, pero si nadie nos acerca a ellas, si no podemos vivirlas, si no se nos enseñan técnicas para apreciarlas, si se asiste sólo a una clase al mes, difícilmente podremos ser más que espectadores de las obras y admiradores de sus exponentes, si es que alcanzamos a apreciarlas. Para participar de la Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas y ser realmente capaces de estudiar, hacer uso de ellas y utilizarlas a nuestro favor y el de nuestras comunidades, es necesario crecer en entornos que permitan a la población en general: niñas, niños, jóvenes y adultos a vivenciar STEM con máximas de calidad, que los conduzcan a una adquisición real de habilidades y a una comprensión profunda de conceptos, tanto en ambientes formales como informales. Por ello, la Educación en STEM es integradora e incluyente, potencia las capacidades del individuo, propicia una interacción más rica y completa con su entorno y para poder ejercer la propia ciudadanía de forma más consciente e informada.



VISIÓN  
STEM  
PARA MÉXICO



Poco antes de cerrar el siglo XX, nos volvimos a preguntar como comunidad global, ¿cuáles son los fines de la educación?, y llegamos a este siglo que ya roza su primer cuarto, con un conocimiento más profundo e integral del desarrollo de los niños, niñas y jóvenes; más integral, pero también con mayores demandas sobre los sistemas educativos. STEM no está exento de este reto, el de lograr el desarrollo integral basado en el conocimiento y en las habilidades psicosociales como son el fomento de la tolerancia, la resiliencia y el trabajo colaborativo. Bien ejecutada, la Educación en STEM contribuye al logro de dichos propósitos.

AP STEM surge con la convicción de impulsar STEM desde esta visión, la de una educación integral. Creemos que STEM, de la mano de la ética y el compromiso social, representa un verdadero semillero de innovación para la sustentabilidad. Creemos que la Educación en STEM representa también una oportunidad de equidad, en donde podremos proponer acciones que impacten la vida de todos los mexicanos y con perspectiva de género. La Educación en STEM representa la posibilidad de despertar de forma colectiva el espíritu de la innovación en México desde las aulas rurales hasta los espacios de aprendizaje de Educación Superior o de entrenamiento técnico en urbes de la República Mexicana. STEM representa la oportunidad también de conectar nuestros retos comunitarios, ambientales y de innovación, y de hacerlo a lo largo de la trayectoria formativa de cada persona y en forma colectiva.

Por ello, este documento representa el esfuerzo coordinado de individuos, organizaciones y empresas que están comprometidos con esta visión y quieren ofrecer su aportación conjunta a la sociedad mexicana, incluyendo el Sistema Educativo, no para que se quede estática, sino para que crezca, para que se sumen más actores con quienes profundizar e integrar STEM a los espacios formativos formales, no formales e informales que existen en el país, haciéndolo con calidad, y por qué no, con la visión de expandirlo a otras latitudes.

Si STEM se integra de forma inclusiva, ofrece elementos para que la sociedad participe convirtiéndose en agente dinámico de cambio.

Finalmente, y no por ello con menor importancia, retomamos la importancia de STEM para contar por un lado con capital humano formado para las demandas de los mercados laborales de hoy y aquellos por venir. Pero sobre todo, para inyectar con innovación nuestro país, y así poder ser artífices de nuestro propio dinamismo económico y contar con empleos que verdaderamente brinden bienestar a los y las mexicanas.

## Cuadro 1. ¿Qué es la Educación en STEM?

**La Educación en STEM** es una tendencia mundial relacionada con el aprendizaje formal, no formal e informal. En la educación formal e informal, implica la inclusión en la currícula de prácticas y proyectos que abordan la **Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas** de manera interdisciplinaria, transdisciplinaria e integrada, con un enfoque vivencial y de aplicación de conocimientos para la resolución de problemas. Este enfoque busca formar en los individuos las habilidades clave que les permiten desenvolverse exitosamente en el Siglo XXI, tales como el pensamiento creativo, reunir evidencias y hacer uso efectivo de la información y el trabajo colaborativo. Todos estos, aspectos esenciales para la innovación, el desarrollo sostenible y el bienestar social.

Los problemas complejos se resuelven haciendo uso de habilidades de orden superior, y de conocimientos y habilidades de diversas disciplinas combinadas. Al enseñarse y aprenderse de forma integrada en ambientes formales, no formales e informales, la Educación en STEM prepara a los niños, niñas y jóvenes para la resolución de problemas complejos y reales. Los prepara para utilizar los conocimientos, habilidades y formas de pensar y de resolver problemas propios de cada disciplina, en diferentes contextos y situaciones.

Como explican Aran Glancy y Tamara Moore (2013), para entender mejor cómo la Educación en STEM exponenta el aprendizaje con su integración, consideremos que el razonamiento lógico, causal y deductivo en las matemáticas, el diseño y optimización de procesos en ingeniería, la indagación en las ciencias, así como el pensamiento computacional en los campos de la tecnología, son todas estrategias para resolver problemas. Cada uno tiene sus fortalezas y debilidades, cada uno puede resultar más adecuado para resolver algún tipo de problema que otro. Aprender a usar los diferentes aprendizajes es sólo el comienzo, aprender a elegir cuándo utilizar alguno de ellos para resolver problemas específicos, y aprender a combinarlos para resolver problemas complejos, es a lo que apunta la Educación en STEM.



VISIÓN  
STEM  
PARA MÉXICO

# CAPÍTULO 1. ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE STEM Y DE LA EDUCACIÓN EN STEM

## 1.1. STEM EN EL PANORAMA MUNDIAL

El World Economic Forum, en su publicación “El Futuro de los trabajos y las habilidades”, explica cómo y cuáles son las tendencias de cambio: la interacción de campos que antes estaban aislados como la biotecnología y la manufactura entre otras, siguen enriqueciéndose y ampliándose. Cambios tecnológicos como el internet de las cosas, la inteligencia artificial, nuevas formas de procesamiento de Big data, la robótica, la economía compartida o crowdsourcing se están haciendo más comunes. Por otro lado, y en un contexto más amplio, existen condiciones económicas y demográficas como las clases medias y los jóvenes en mercados emergentes, el trabajo flexible, las aspiraciones de las mujeres y su inserción en el trabajo, la longevidad, entre otros, además de los cambios geopolíticos, impactando los trabajos. Por un lado se están generando nuevos empleos, al mismo tiempo que están desapareciendo otros y algunos más están cambiando por completo; todo esto de forma muy rápida. Algunos efectos de estos cambios ya se están viviendo, pero otros están por venir en los siguientes años. Por ello, algunas habilidades como la flexibilidad, la adaptabilidad, el pensamiento crítico y la creatividad son ahora de mayor valor que otras que antes se apreciaban más. A nivel individual estos cambios pueden sentirse con una mayor velocidad. La posibilidad de ser capaces de cambiar un conjunto de habilidades aprendidas o de hacerlas evolucionar es cada vez más apremiante.

Actualmente, el estudiar y utilizar la Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería y las Matemáticas de forma interdisciplinaria y transdisciplinaria, conservando la riqueza y singularidad de cada campo de estudio, enriqueciéndolos y ampliándolos, está estrechamente relacionado con la innovación, pues al ampliarse se descubren aspectos convergentes que no se conocían o se forman nuevas interacciones. Por ejemplo, de la interacción entre la biología, la tecnología y la medicina, tenemos trasplantes de célula madre interespecie o tenemos la posibilidad de, al menos, intentar salvar a una especie en peligro de extinción, como el rinoceronte blanco del norte, desde un laboratorio que no está en África sino en Alemania y con fondos recaudados de forma colectiva. Así, la economía se mueve también por ideas y no sólo por consumibles.

De acuerdo con la OCDE, la innovación, las patentes, la investigación y el desarrollo están relacionadas con el desarrollo económico de las naciones (OCDE, 2012).

La inversión pública y privada en investigación y desarrollo, es considerada por muchos países como responsable en buena parte de los avances en el ámbito económico y del bienestar social de la población.

Un momento histórico clave para el surgimiento o el reconocimiento de STEM, fue el momento en que el mundo vivió la carrera por la conquista del espacio. El lanzamiento del Sputnik en 1957 por los rusos y pocos años después, la conquista de la luna por los norteamericanos en 1961. Salir al espacio fue una hazaña que requirió de una aproximación profundamente científica, tecnológica, de ingeniería colosal y matemáticas puras, conviviendo y generando un espacio compartido, en pos de una meta común.

Y así, el mundo siguió girando y aparecieron las computadoras, los teléfonos celulares, los teléfonos inteligentes, avances científicos extraordinarios en el campo de la medicina que combinaban biotecnología, la genética, la nanotecnología y más. Recientemente, sondas y robots elaborados por el hombre llegan a Marte a través de la tecnología, lo exploran, lo observan desde el televisor en alta definición y al mismo tiempo, se plantea una vida en ese lejano planeta y se busca agua. A pesar de estos avances vertiginosos, el ser humano no ha sido capaz de incluir a todos en este desarrollo, al que se ha llamado prosperidad.

STEM ha cobrado a veces un precio alto, porque no siempre se le ha vinculado a valores y aspiraciones universales, como la equidad, la inclusión y la justicia social. También se le ha despojado de actitudes que deben acompañar su práctica siempre, como lo son el respeto a los derechos humanos y las garantías individuales, el foco en el aporte al desarrollo comunitario, el fomento de la inclusión y el respeto al ambiente. Así, el potencial de STEM se ha visto opacado en algunos momentos de la historia por una noción circular y auto-referenciada que busca la innovación, la tecnología, la ingeniería y la ciencia por y para sí mismas. Pero cada vez más personas reconocen que STEM tiene un potencial extraordinario para resolver retos sociales, locales, globales y ambientales, si se aplica desde una visión integral y comunitaria del ser humano.

ManpowerGroup (2018) insiste, en sus diversos informes, que nos encontramos en medio de una revolución de habilidades y viviendo al mismo tiempo el fenómeno de la digitalización, a la cual ningún país es inmune. A medida que las industrias migran a procesos automatizados más avanzados, los empleadores necesitan personas adicionales para impulsar dicha transformación, especialmente aquellas con habilidades en el manejo de las Tecnologías de la Información (TICs), por lo que la mayoría de las compañías esperan crecer en lugar de reducir su fuerza laboral como resultado de la digitalización.

Se requiere que las personas aprendan a pensar de manera diferente. En este mundo digital el éxito no siempre requiere un título universitario, sino que depende en gran medida de desear y poder lograr un continuo desarrollo de habilidades. Es clave alimentar la curiosidad y las habilidades para que las personas aprendan a aprender, para permanecer empleables durante largos periodos de sus carreras profesionales. El mundo enfrenta el desafío definitivo de ayudar a las personas a superarse y prepararse para el futuro en tiempo récord. Las nuevas tecnologías pueden ser caras y requerir personas con habilidades especiales, por lo que los empleadores aún están dudando en implementar la automatización y prescindir de los trabajadores (ManpowerGroup, 2018).

De un total de 18,000 empresas en 43 países, el 62% no espera que la automatización o la tecnología digital afecten sus plantillas laborales en los próximos dos años y 20% tiene la expectativa de que les ayude a aumentar los niveles de contratación. Sin embargo, se están anticipando al cambio: cerca de dos terceras partes están invirtiendo en capacitación interna para mantener las habilidades al día, el 42% están reclutando personas con habilidades adicionales en lugar de reemplazarlas y más de un tercio están facilitando la transformación al contratar expertos externos para transferir habilidades a sus propios empleados (ManpowerGroup, 2018).

Con el panorama antes mencionado, se requiere una visión conjunta que derive en acciones concretas. México no está solo frente a este desafío. Países de la Unión Europea, Israel, Estados Unidos, Canadá, todos han lanzado iniciativas para fomentar una robusta cultura y educación en STEM a nivel nacional, con miras a formar ciudadanos con conocimientos, habilidades y actitudes que son

necesarias para competir en el mercado laboral actual y generar, a su vez, empleos que requieren de habilidades más avanzadas. En Finlandia, por ejemplo, una red llamada Luma,<sup>1</sup> integra los esfuerzos de universidades y sector público a manera de ecosistema, para avanzar en STEM y hacerlo una realidad para los estudiantes finlandeses, impulsando investigación, participaciones nacionales e internacionales, y la colaboración entre instituciones educativas desde preescolar hasta educación superior, además del sector educativo, los medios, el sector empresarial, las asociaciones de docentes, los museos y otras organizaciones relevantes en el país.

Otro ejemplo es Estados Unidos, en donde encontramos iniciativas que surgen desde el desarrollo de la fuerza laboral con la educación vinculada a las empresas locales, como los STEM *Learning Ecosystems*,<sup>2</sup> que desde la sociedad civil buscan la inclusión de mujeres en carreras científicas y la educación no formal orientada a STEM; asimismo, se llevan a cabo esfuerzos desde agencias públicas tales como el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología que recientemente publicó el documento *Charting a course for success: American Strategy for STEM Education*.<sup>3</sup> Como ejemplos adicionales, en Francia se crea en 1986 el Sindicato de Profesores de las Ciencias, la Tecnología y la Industria, en los Países Bajos *The National Platform Science&Technology*, en Inglaterra STEM Learning es una red especializada en llevar Educación en STEM de calidad a los jóvenes. Ucrania, Turquía, Australia y muchos otros han configurado intencionalmente una red que impulsa la Educación de calidad en STEM y su vinculación con el sector laboral. En Latinoamérica, la Fundación alemana Siemens Stiftung impulsa una red para conocer prácticas y logros en torno a STEM.

México, y otros países de la OCDE discuten acciones para generar una estrategia de desarrollo de habilidades,<sup>4</sup> la cual impulsa las trayectorias de aprendizaje para toda la vida y está fundamentada en el desarrollo sustentable de los países, e incluye estudios concretos sobre sus necesidades nacionales específicas de acuerdo a los sectores económicos prioritarios y la búsqueda de la equidad y la inclusión. En este sentido,

Los países que tienen más éxito en movilizar el potencial de habilidades de sus personas comparten una serie de características: brindan

1. EU STEM Coalition <http://www.stemcoalition.eu/members/luma>

2. STEM Learning Ecosystems <http://stemecosystems.org>

3. <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2018/12/STEM-Education-Strategic-Plan-2018.pdf>

4. OECD Skills Strategy Diagnostic Report-Mexico



oportunidades de alta calidad para aprender a lo largo de la vida, tanto dentro como fuera de la escuela y el lugar de trabajo; desarrollan programas de educación y capacitación que son relevantes para los estudiantes y el mercado laboral; crean incentivos y eliminan la falta de incentivos para el suministro de habilidades en el mercado laboral; reconocen y hacen un uso máximo de las habilidades disponibles en los lugares de trabajo; buscan anticiparse a futuras necesidades de habilidades y hacen que la información sobre el mercado laboral y de aprendizaje sea fácil de localizar y utilizar. (OCDE, 2017)

El acrónimo STEM (de los vocablos Science, Technology, Engineering y Mathematics, en la lengua inglesa) empieza a utilizarse en la comunidad educativa en los años 90. Desde entonces, su uso se ha expandido continuamente hasta abarcar casi todo lo relacionado con estas áreas. "El término es muy popular y no existe una definición única ni universal para el mismo" (Vilorio, 2014 citado en Andrade, 2018). Los expertos generalmente coinciden en definir STEM como un campo de la actividad humana en donde convergen la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas para tratar de comprender cómo funciona el mundo natural y social o solucionar una meta en común (Andrade, 2018).

Dado que los conocimientos que han servido a la humanidad para mejorar el transporte, la comunicación, la producción agrícola, la medicina y la salud provienen fundamentalmente del desarrollo de la Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería y las Matemáticas es fundamental que en los espacios educativos, docentes y estudiantes comprendan cuál es la naturaleza del conocimiento generado desde dichas disciplinas, sus alcances, interacciones, limitaciones y valores. Es importante que lleven a cabo prácticas STEM desde pequeños y vayan complejizando sus competencias STEM a lo largo de su formación académica y profesional.

Del mismo modo, es igualmente útil conocer cómo dicho conocimiento se puede utilizar para encontrar soluciones prácticas a los problemas presentes. Integrar las disciplinas en prácticas STEM es un aporte desde la educación para la creación de una masa crítica de ciudadanos habilitados para buscar soluciones a los problemas cotidianos que nos aquejan, tales como el cambio climático, la demanda de alimentos, la cura de enfermedades como el cáncer, entre muchos otros (Andrade, 2018).

Desde el surgimiento de la idea de STEM como concepto interdisciplinario, transdisciplinario e integrado y su impulso en la Educación, han surgido iniciativas para añadir otras letras que enfatizen otras áreas relevantes y claves del desarrollo humano, como la L de lenguas, la H de salud (por su inicial en inglés), la S y la E de aprendizaje socioemocional, y sobre todo la A de Arte o las Artes, quedando como STEAM.

Sin embargo, en el presente documento nos afiliamos al concepto STEM sin la adición de ningún otro campo como las artes, no porque consideremos que el aporte de otras disciplinas y ámbitos del conocimiento no sean relevantes, sino porque hablar de arte es hablar de las bellas artes. El arte en esencia es la capacidad refinada y libre de los individuos para crear aun en los límites de lo imposible. Al igual que el arte STEM se desarrolla con el potencial creativo de las ideas, sin embargo, dudamos que al impulsar STEM estemos formando en las artes, las cuales son libres, subjetivas y valiosas aun en la carencia de consenso o validación colectiva.

Añadir campos disciplinares al concepto de STEM, ha desviado el énfasis que se desea justamente hacer con la Educación en STEM, que es especialmente el tema de la Cuarta Revolución Industrial, la necesidad de contar con técnicos, ingenieros, científicos y profesionales de los campos de STEM, formados y especializados para responder a las demandas del cambio de paradigma económico, la necesidad de que los ciudadanos cuenten con competencias STEM que les permitan insertarse en los mercados laborales emergentes.

Por ello optamos por conservar el acrónimo STEM (ver figura 1) reconociendo también, en todo momento, que la educación que brindemos a nuestros niños, niñas y jóvenes debe ser integral y considerar todos los aspectos del ser humano (ver apartado 4.5). Reconociendo también que las Artes (que incluye la Música, Danza, Teatro, Pintura, Escultura, Cine, Artes Viales, etc....) y la Lengua, son campos amplísimos, y tan ricos que merecen sus propios espacios, que tienen sus propias estrategias didácticas y que merecen una formación específica, sin esto significar que no puedan converger en algunos espacios y de forma transversal, con la Educación en STEM. Así pues, si decimos STEM ó STEAM, para enfatizar el aspecto del pensamiento creativo tan central para STEM, o para subrayar la importancia de incluir elementos estéticos no encontramos ningún inconveniente, siempre y cuando el foco se haga en STEM y se deje a las Artes, con toda su riqueza, su propio espacio.

En el Cuadro 2 se precisan los campos de estudio que componen STEM.

## Cuadro 2. Componentes de STEM

**La ciencia** nos permite desarrollar nuestro interés y comprensión del mundo vivo, material y físico, y desarrollar las habilidades de colaboración, investigación experimental, investigación crítica, exploración y descubrimiento.

**La ingeniería** es el método de aplicar el conocimiento científico y matemático a la actividad humana y **la tecnología** es lo que se produce a través de la aplicación del conocimiento científico a la solución de una necesidad. Juntos cubren una amplia gama de campos que incluyen negocios, informática, productos químicos, alimentos, textiles, artesanía, diseño, ingeniería, gráficos y tecnologías aplicadas, incluidas las relacionadas con la construcción, el transporte, el entorno construido, la tecnología biomédica, microbiológica y la tecnología de alimentos.

Todas las estrategias de STEM se basan en las **matemáticas**, que incluyen la capacidad numérica, y nos proporcionan las habilidades y los enfoques que necesitamos para interpretar y analizar información, simplificar y resolver problemas, evaluar riesgos y tomar decisiones informadas. Las matemáticas y la aritmética desarrollan habilidades y capacidades esenciales para la vida, la participación en la sociedad y en todos los trabajos, carreras y ocupaciones. Además de proporcionar las bases para STEM, el estudio y la aplicación de las matemáticas, es una vasta y crítica disciplina en sí misma con implicaciones y valores de gran alcance

**Las habilidades digitales** también desempeñan un papel importante y creciente en la sociedad y la economía, así como en la habilitación de otras disciplinas STEM. Al igual que las matemáticas, las habilidades digitales y la alfabetización digital en particular son esenciales para la participación en la sociedad y en el mercado laboral. Las habilidades digitales abarcan un espectro de habilidades en el uso y creación de material digital, desde la alfabetización digital básica, el manejo de datos y el razonamiento cuantitativo, la resolución de problemas y el pensamiento computacional, hasta la aplicación de conocimientos y habilidades de ciencias de la computación más especializados que se necesitan en la ciencia de datos, ciberseguridad y codificación. Dentro de las habilidades digitales, como se señaló anteriormente, la ciencia de la computación es una disciplina y un tema separados.

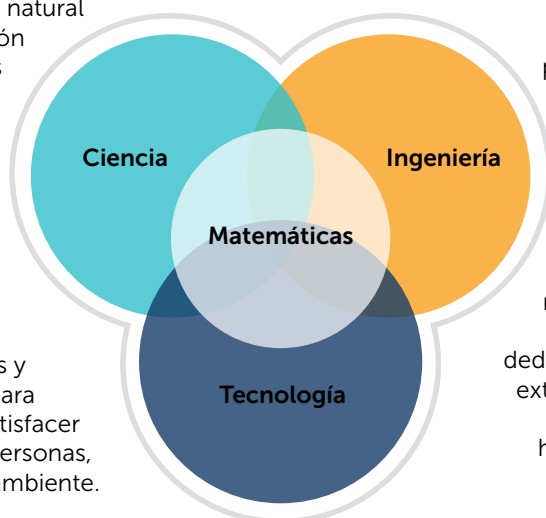
Fuente: Traducción propia a partir del documento Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Evidence Base, 2017.

Los campos de estudio que componen STEM convergen entre sí. Cuando esto sucede, se enriquecen entre sí.

Figura 1. técnicos, ingenieros, científicos y profesionales de los campos de STEM

**La ciencia** busca explicar la complejidad del mundo natural y utiliza esta comprensión para hacer predicciones válidas y útiles.

**La tecnología** utiliza herramientas, materiales y procesos innovadores para resolver problemas o satisfacer las necesidades de las personas, la sociedad y el medio ambiente.



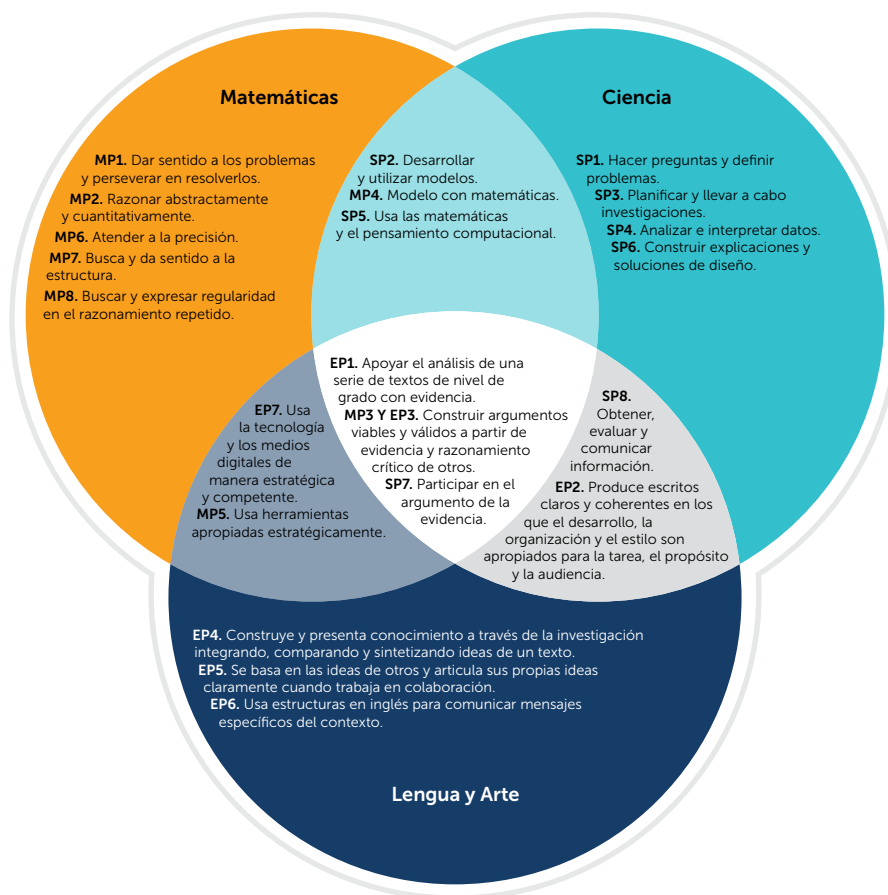
**La ingeniería** aplica creativamente los principios científicos para analizar eventos, diseñar procesos, desarrollar materiales y construir objetos que benefician a la sociedad.

**La ciencia, la ingeniería y la tecnología** utilizan las **matemáticas** para desarrollar el razonamiento lógico, causal y deductivo para resolver problemas, extraer conclusiones, aprender de manera consciente sobre los hechos y establecer conexiones causales y lógicas.

Fuente: Traducción propia a partir de los datos de Massachusetts Department of Elementary and Secondary Education, 2016.

Por otro lado, y como se observa en la figura 2, cabe destacar que la Ciencia y las Matemáticas confluyen abundantemente en competencias claves para el siglo XXI y la Cuarta Revolución Industrial, pero claramente hay competencias lectoras y de arte que son necesarias para la práctica de STEM.

Figura 2. Convergencia de Competencias de Ciencia y Matemáticas con Lengua y Artes<sup>5</sup>



Fuente: Traducción propia a partir del documento NGSS&NSTA, 2017.

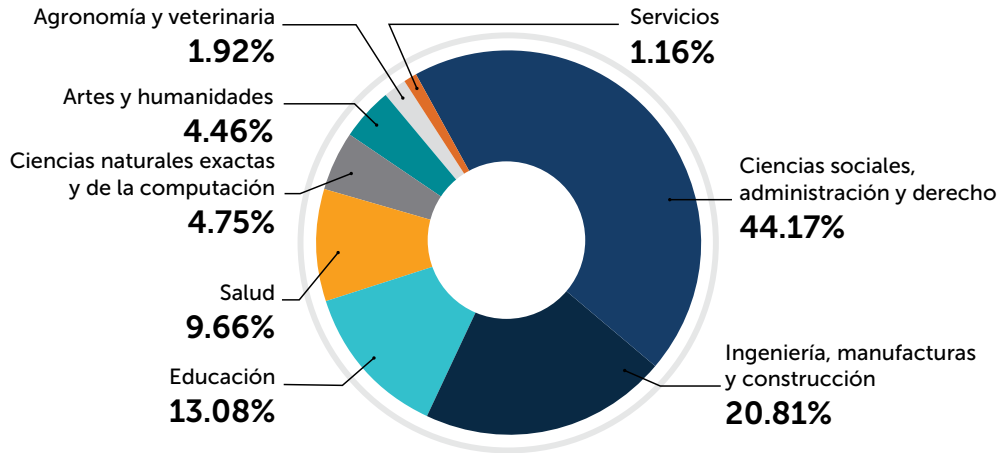
Igualmente, las habilidades socioemocionales, aunque no se especifican en esta figura, se pueden encontrar con una lectura analítica de la misma, por ejemplo, para poder elaborar sobre las ideas de otro, será necesario ser capaz de escuchar con tolerancia argumentos y puntos de vista y de esperar el turno para participar de forma autorregulada y cordial. Para poder expresar las ideas propias, se requiere autoconocerse. También queda claro la convergencia de muchas otras habilidades cognitivas que han de formarse a través del trayecto educativo, no sólo a través de las materias STEM.

## 1.2. STEM EN MÉXICO

México se enfrenta hoy a la Cuarta Revolución Industrial, al igual que el resto del mundo. Y de forma especial sabemos que los países de Latinoamérica aún no han integrado de forma efectiva la Educación en STEM y que los jóvenes prefieren las Ciencias Sociales. Para ello podemos ver claramente en las figuras 3, 4, 5 y 6, cómo en México, existe una inclinación más fuerte hacia el estudio de las ciencias sociales en licenciaturas, especializaciones, maestrías y doctorados: el número de graduados de especialidades, licenciaturas, maestrías y doctorados por campo de la ciencia es en todos los casos mucho mayor para las ciencias sociales que para carreras STEM.

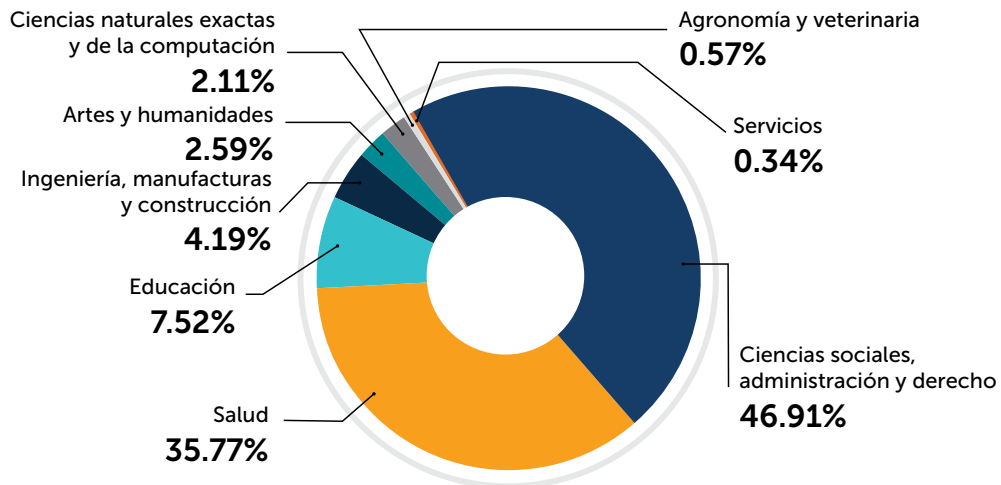
5. Lengua y Arte, ELA por sus siglas en inglés.

Figura 3 . Distribución Porcentual por campo de la Ciencia Grado Licenciatura, Año 2016



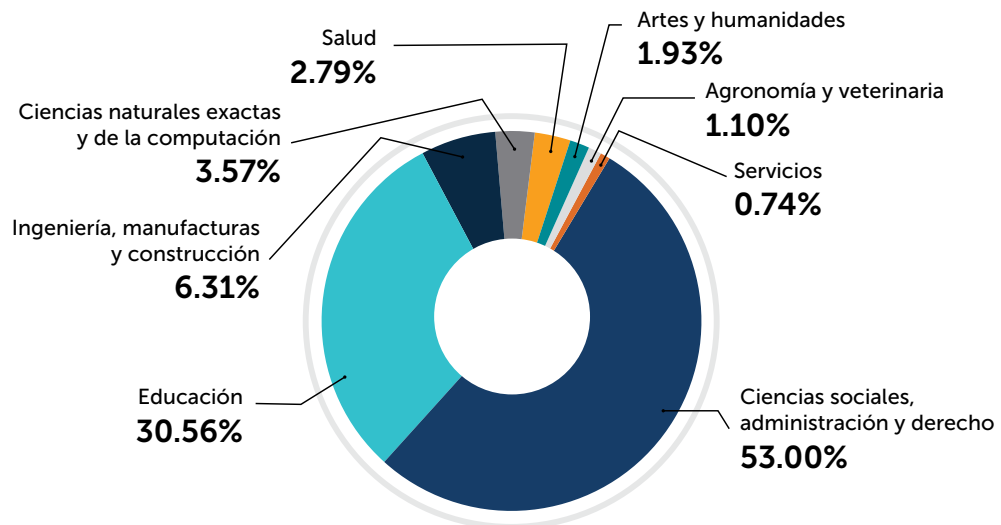
Fuente: (CONACYT, 2016).

Figura 4. Distribución Porcentual de Egresados por campo de la Ciencia: Especialidad, Año 2016



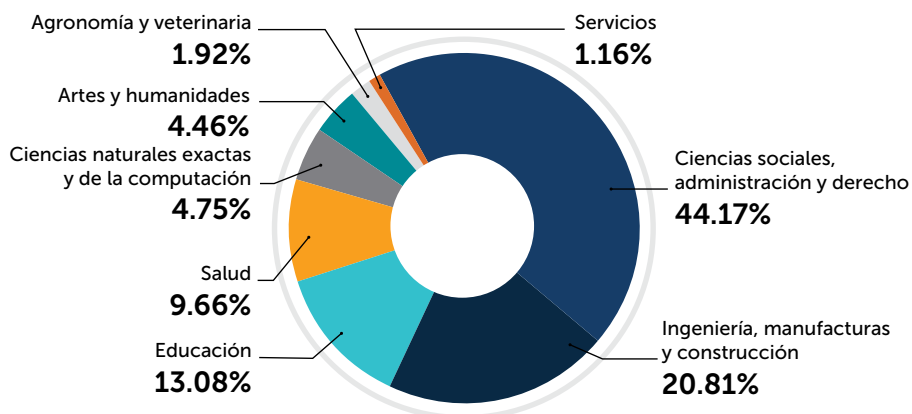
Fuente: (CONACYT, 2016).

Figura 5. Distribución Porcentual de Egresados por campo de la Ciencia: Grado Maestría, Año 2016



Fuente: (CONACYT, 2016).

Figura 6. Distribución Porcentual de Egresados por campo de la Ciencia: Grado Doctorado, Año 2016



Fuente: (CONACYT, 2016).

Si bien es cierto que en nuestra sociedad necesitamos perfiles con una profunda formación y conocimiento de las Ciencias Sociales, el contexto mundial nos demanda un impulso urgente a las carreras STEM. Es esencial encender la curiosidad y brindar las herramientas de indagación a los niños mexicanos desde pequeños. También significa crear trayectos formativos estratégicos y generar información en torno a las condiciones de empleabilidad que ofrecen diversas carreras, para que los jóvenes tomen decisiones informadas sobre su futuro y puedan gestionar sus aspiraciones con base en evidencias.

Además, México requiere impulsar la elección de carreras en STEM y también la inclusión de más mujeres en éstas. De acuerdo a los Anuarios Estadísticos de Educación Superior de la ANUIES, 2016-2017, en las carreras de Educación en STEM, el porcentaje de hombres era de 54% mientras que el de las mujeres era del 38%. Esto también repercute en la brecha salarial entre hombres y mujeres mexicanos, ya que de acuerdo al Observatorio Laboral de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social "se observa que las ingenierías pagan un 32% más que las carreras en el área de educación y las carreras del área físico matemáticas pagan 19% más que el promedio general" (Gómez, 2018)

Un comunicado del Senado de la República (2017) menciona que: "Según el Anuario Estadístico de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior, durante la década de 1990 el porcentaje de mujeres estudiando matemáticas pasó de 17.3 a 32.9, ingeniería de 15.7 a 23.6, biología de 20.8 a 49.7, y química de 42.6 a 52.3". Sin embargo, la distribución dentro de las mismas disciplinas aún determina en mayor cantidad la participación de los hombres por sobre las mujeres y, en general, al hombre se le asigna un rol social mucho más técnico que a la mujer. (Robotix, 2018)

El Observatorio de Igualdad de Género de América Latina y el Caribe afirma que, "a pesar de que esta cifra parece muy prometedora para nuestra región, las mujeres se concentran en disciplinas relacionadas con roles culturalmente asignados a mujeres y están sub-representadas en las ingenierías y ciencias exactas, así como en puestos de dirección". (Robotix, 2018)

De acuerdo con Valero et. al (2017), son varios los estudios que muestran que "los estudiantes comienzan a perder el interés por la ciencia en los últimos años de primaria o en los primeros cursos de secundaria, y que cuando llegan al bachiller seleccionan itinerarios de ciencias sociales y jurídicas en detrimento de las ciencias experimentales e ingeniería (Murphy y Beggs 2003; Fesham 2004; Vázquez y Manassero 2005; 2008;2012; Chen y Weko 2009; BØE 2012; Jeampierre-Hallett-Njuguna 2014). Existen otros factores determinantes en la elección de grados diferentes a las ciencias experimentales, tales como la motivación de los docentes, una correcta planificación de los contenidos en ciencias o el currículo de los estudios de secundaria y bachiller".

Y precisamente, el reto no inicia con la elección de carrera, sino que empieza desde los años fundacionales de la educación obligatoria. De acuerdo con los resultados de PISA 2015, "el desempeño de México se encuentra por debajo

del promedio OCDE en ciencias (416 puntos), lectura (423 puntos) y matemáticas (408 puntos). En estas tres áreas, menos del 1% de los estudiantes en México logra alcanzar niveles de competencia de excelencia (niveles 5 y 6)" (OCDE, 2015, p. 1).

Por otro lado, *"en promedio, los chicos mexicanos obtienen resultados más altos que las chicas en la evaluación de ciencias, pero existe un porcentaje similar de chicos y chicas con bajo y alto desempeño. Alrededor del 45% de los chicos y el 36% de las chicas tienen la expectativa de estar trabajando en una ocupación relacionada con las ciencias cuando cumplan 30 años; en ambos casos estos resultados se encuentran significativamente por encima del promedio OCDE"* (OCDE, 2015, p. 1).

Llama la atención, y podría tratarse de una oportunidad, que *"los estudiantes en México declaran altos niveles de interés en ciencias comparados con sus pares en otros países OCDE - ya sea medido a través de sus expectativas de tener una carrera profesional relacionada con las ciencias, de sus creencias en la importancia de la investigación científica, o de su motivación por aprender ciencias. Sin embargo estas actitudes positivas están débilmente asociadas con el desempeño de los estudiantes en matemáticas"* (OCDE, 2015, p. 1).

Cuando se ven los resultados bajo el crisol de la equidad: *"en México, el 11% de la variación en el rendimiento en ciencias es atribuible a las diferencias en estatus socio-económico de los estudiantes, y los estudiantes en desventaja socio-económica tienen más del doble de probabilidad que pares más aventajados socio-económicamente de no alcanzar el nivel de competencia básico en ciencias. En ambos indicadores, la relación entre estatus socio-económico y rendimiento académico es más débil en México que en el resto de los países OCDE en promedio"* (OCDE, 2015, p. 1).

Si pensamos en la posibilidad de generar innovación, PISA 2015 nos muestra que *"alrededor de un 8% de los estudiantes de los países de la OCDE alcanzan niveles de competencia de excelencia en ciencias; esto quiere decir que estos estudiantes son competentes en los Niveles 5 o 6. En estos niveles, los estudiantes pueden aplicar sus conocimientos y habilidades científicas de una manera creativa y autónoma en una gran variedad de situaciones, incluso en instancias que no les son familiares. La proporción de estudiantes mexicanos que alcanzan dichos niveles (0.1%) no ha cambiado significativamente desde el 2006"* (OCDE, 2015, p. 2).

Claramente, estos datos encienden las alertas sobre el futuro que queremos para México.

Por otro lado reflexionamos que el foco que hemos puesto en el tipo de evaluación sumativa y estandarizada, aunque ha sido muy positiva en muchas formas, también ha volcado los esfuerzos de docentes y escuelas en aspectos, bastante alejados de la innovación y de la indagación. Pero debemos mirar el cómo y no sólo el qué. Y en el cómo están en las metodologías de enseñanza, que llaman a ser activas, dinámicas y basadas en un aprendizaje significativo. El World Economic Forum destaca metodologías como la enseñanza activa, el aprendizaje por retos, el aprendizaje basado en proyectos (ABP) por tratarse de metodologías integradoras que verdaderamente llevan a la adquisición de competencias. Cuando se utilizan estas metodologías pedagógicas, también resulta posible cerciorarse de la obtención de conocimientos, porque para llevar a cabo un proyecto, si se hace de forma rigurosa, es necesario adquirir conocimientos y utilizar las destrezas que se adquieren al tratar un tema o problema en concreto. No se trata ya de responder preguntas de un test. Como se puede intuir, por ser integradoras, también aportan de manera sustantiva al desarrollo de habilidades socioemocionales. Y finalmente, a bajar las paredes que dividen la escuela del mundo de allá afuera, el mundo para el que estamos preparando a las niñas, los niños, y jóvenes.

La innovación y la productividad de la economía mexicana dependerán, en gran medida, de personas con las habilidades y conocimientos necesarios para enfrentar mercados cada vez más exigentes, con mayor información y con mayor complejidad tecnológica. Por esto, es necesario que tanto hombres como mujeres tengan una formación adecuada desde pequeños y a lo largo de toda su vida, que incluya las habilidades que se desarrollan en ciencia, tecnología, ingeniería y matemática en igualdad de condiciones (Gómez, 2018).

En cuanto al tema de innovación, se trata de lograr una intersección y vinculación de los sectores académico, empresarial y el mercado. México aún tiene un importante camino por recorrer en esta materia: desde el sector público (ver la tabla 1), considerando inversiones en investigación y desarrollo en las universidades, investigaciones publicadas y estrategias de desarrollo a lo largo de toda la vida; y también el sector privado requiere poner aún un mayor énfasis en el impulso de patentes, de investigación y desarrollo (OCDE, 2016). Para ello se requiere de personas con competencias STEM, formadas desde el Sistema Educativo, tales como pensamiento crítico, creatividad, resolución de problemas, alfabetización de datos, comunicación, colaboración, alfabetización digital y ciencias computacionales.

Cuando comparamos el gasto de México con el de otros países, algunos de ellos de PIB similar, nuestros socios comerciales y otros de nuestra misma región, nos damos cuenta de que es necesario un replanteamiento de prioridades para impulsar el desarrollo de nuestro país y ser realmente competitivos.

**Tabla 1. Porcentaje del PIB en Gasto en Investigación en Ciencia y Tecnología**

| País           | Porcentaje del PIB |
|----------------|--------------------|
| Corea del Sur  | 4.3%               |
| Israel         | 4.1%               |
| Japón          | 3.6%               |
| Alemania       | 2.93%              |
| Suiza          | 2.8%               |
| Estados Unidos | 2.7%               |
| Francia        | 2.22%              |
| Australia      | 2.11%              |
| China          | 2%                 |
| Canadá         | 1.71%              |
| Reino Unido    | 1.70%              |
| Italia         | 1.33%              |
| Brasil         | 1.2%               |
| Rusia          | 1.10%              |
| Turquía        | 0.88%              |
| Sudáfrica      | 0.73%              |
| Marruecos      | 0.7%               |
| Colombia       | 0.67%              |
| Argentina      | 0.63%              |
| <b>México</b>  | <b>0.53%</b>       |
| Chile          | 0.36%              |

Elaboración propia a partir de los datos de Los países que más invierten en investigación e innovación, 2018; UNESCO, 2016; Colombia, lejos de alcanzar la meta de inversión en ciencia, 2018.

El número de patentes postuladas por México en perspectiva comparada, no resulta nada alentador: la oficina de propiedad intelectual en China recibió 1.3 millones de aplicaciones en 2016, más que la suma combinada de las patentes presentadas en la oficina de Estados Unidos de América (605,571), la de Japón (318,381), la Coreana (208,830) y la de Europa (159,358); la suma de

todas ellas representa el 84% de patentes solicitadas en 2016 en todo el mundo (WIPO, 2017). De acuerdo con datos de CONACYT, en 2016, las patentes solicitadas en México sumaron un total de 17,413, de las cuales 16,103 fueron realizadas por extranjeros y 1,310 por nacionales (CONACYT, 2016).

Las disrupciones tecnológicas, sociales, geopolíticas, demográficas y económicas resultarán en desafíos importantes para reclutar, formar, entrenar y manejar el talento (Schwab, 2016). Por ello, y frente a los datos antes mencionados, estamos convencidos de que es prioritario contar con una Educación en STEM de calidad alineada a la estrategia nacional de innovación, la de desarrollo e investigación, y todas ellas merecen una mayor atención.

### 1.3 ¿POR QUÉ UN PROCESO DE ENSEÑANZA/APRENDIZAJE EN STEM?

La clave para el logro de estas competencias es generar aprendices activos, creativos e interesados por aprender; lo que implica poner en marcha en aulas y escuelas principios pedagógicos que favorezcan la renovación de los ambientes de aprendizaje, propicien un aprendizaje activo, situado, autorregulado, dirigido a metas, colaborativo y que facilite los procesos sociales de conocimiento y de construcción de significado (Villavicencio, 2018).

Existen varios retos para lograr la integración de las prácticas STEM en el aula (Andrade, 2018):

- El perfil y la formación docente en la Educación Básica.
- El enfoque pedagógico.
- El uso de la tecnología.

Para hacer frente a los retos de la integración de las prácticas STEM en el aula la AP STEM propone el Modelo de las 5E, que es una herramienta eficaz para dar certeza pedagógica a las prácticas STEM y hacerlas compatibles con la teoría pedagógica validada por la investigación educativa.

Se ha hablado de la importancia de crear una intersección entre la academia, el sector empresarial y el mercado, para generar innovación.

En palabras de Valero et al. (2017):

“La importancia del fomento y del cambio de modelos de enseñanza en las escuelas es fundamental si se desea que los estudiantes se orienten a estos estudios científicos y tecnológicos.

Programas de aprendizaje activo, ciencia interactiva, juegos científicos de capacitación reflexiva acorde a las edades, y un sinfín de técnicas que ayuden a interactuar al estudiante, al docente y a la ciencia. Que los docentes encargados de programas y asignaturas de ciencias, presenten la titulación correspondiente o al menos tengan una formación científica, porque de lo contrario difícilmente podrán enseñar ciencia. Por último, en este sentido, es muy importante la motivación y la formación de los docentes, porque si no se entenderá como un puesto de trabajo más, y la educación es más que eso.”

Para ello, resulta relevante introducir en la experiencia educativa metodologías como la indagación, el aprendizaje basado en retos o problemas y el aprendizaje basado en proyectos (ABP),<sup>6</sup> incluyendo con estas metodologías el design thinking, como una técnica para generar ideas innovadoras que centra su eficacia en entender y dar solución a situaciones reales poniendo foco en el usuario.

Cuando se integran estas estrategias a la Educación en STEM, se facilita el trabajo y la adquisición de las competencias STEM de forma integrada, permitiendo que los estudiantes se conviertan en proponentes y creadores, en lugar de simples receptores. Además, se facilita el desarrollo de habilidades socioemocionales. De acuerdo con el World Economic Forum, estrategias como el aprendizaje basado en proyectos, son especialmente útiles para la adquisición de competencias del siglo XXI tan relevantes para hacer frente a las demandas laborales del mundo actual y las que vendrán (Arteaga y Gras, 2018).

Para que un joven o adulto pueda proponer cambios de paradigma, es necesario que los viva. El aula y la escuela son espacios muy propicios para ello, pues le permite realmente construir su aprendizaje gestando y gestionando proyectos para hacerlos realidad. En este sentido la formación de los profesores se torna indispensable.

Sabemos que la adquisición de competencias se va llevando a cabo de forma paulatina y orgánica, cubriendo el contenido de la currícula que acerca a conocimientos, habilidades y actitudes, pero sólo culmina si éstos se van combinando y utilizando para resolver problemas complejos. Sabemos también que suele ser difícil evaluar la adquisición de las competencias, porque sólo se pueden observar y medir las manifestaciones, (acciones, conductas y elecciones). Por ello, Wienert y Oates, sugieren tres estrategias para que la evaluación se acerque lo más posible a las demandas de la vida real (Wienert, 2001 y Oates, citados en Rychen y Salganik, 2001, p.55):

1. Usar una amplia gama de materiales de la vida real.
2. Validar los resultados de las evaluaciones para que muestren que predicen desempeños exitosos fuera de las evaluaciones.
3. Diseñar evaluaciones que incluyan diferentes contextos y situaciones que requieren que los individuos se adapten a demandas o requerimientos de la vida similares en el contexto de la evaluación.

Así, la ejecución de un proyecto, la resolución de un problema, la indagación, permiten a los estudiantes cristalizar sus competencias y a docentes y estudiantes por igual, poder ponderar que se adquirieron. Impulsando así, una experiencia educativa más genuina, y detonando elementos concretos para la evaluación de la misma.

El aprendizaje vivencial, y en especial aquel que resulta en torno a un problema o proyecto, es un facilitador natural de las habilidades sociales y emocionales, pues favorece la reflexión, la elección, la resolución de conflictos, la autorregulación, el trabajo en equipo, la detección de herramientas y apoyos dentro y fuera de la escuela, el respeto a las opiniones propias y a las de los demás, entre muchas otras.

---

6. Ambos, el aprendizaje basado en retos o problemas, y el aprendizaje basado en proyectos buscan la construcción del aprendizaje desde la resolución de un problema. Ambos siguen pasos específicos, pero el primero se distingue por ser algo más prescriptivo y se reduce a una situación problema, el segundo suele ser más complejo y requerir de la resolución de varios problemas, de una investigación más extensiva, y de iteraciones que van dando forma al producto o proyecto final. Además, el aprendizaje basado en proyectos, suele llevarse a cabo en espacios de tiempo más largos, aunque la solución de una situación problema puede también alargarse en el tiempo. El ABP suele requerir de un enfoque más interdisciplinario. El ABP a diferencia del ABR siempre parte de una pregunta detonante y de situaciones auténticas y reales, mientras que el ABR puede partir de situaciones reales, hipotéticas o imaginarias. Los dos enfoques promueven el aprendizaje activo, el desarrollo de habilidades y competencias del siglo XXI y están centrados en el estudiante. (Chambpell, 2014; Larmer, 2015)



### Cuadro 3. Factores imprescindibles para hacer realidad la Educación en STEM en la Escuela mexicana

Por todo lo anterior, para la implementación del enfoque STEM en la educación, resulta imprescindible:

- Transformar la pedagogía que se lleva a cabo en el salón de clases.
- Trabajar de manera sistemática en la formación de las y los docentes para brindarles mejores herramientas pedagógicas que permitan mejorar su labor educativa y habilitarlos en sus competencias profesionales para la implementación de un enfoque STEM en la enseñanza.

Las prácticas STEM contribuyen favorablemente a transformar la manera de enseñar y aprender en las escuelas.

#### 1.4. STEM ES INTERDISCIPLINARIO Y TRANSDISCIPLINARIO, VINCULACIÓN DE LA ESCUELA CON LA COMUNIDAD/ LAS EMPRESAS

De acuerdo con Zamorano, García, y Reyes (2018):

El siglo XXI se caracteriza entonces por ser un mundo lleno de vertiginosos cambios, todos vinculados a la hiperconectividad, al desarrollo de la inteligencia artificial, la robótica y la automatización. Este contexto conlleva progresivamente, al desarrollo de un estilo de vida dinámico, conectado e instantáneo, con estilos de existencia, trabajos y desafíos que, probablemente, en el futuro serán distintos a los actuales. A medida que se producen estos cambios, se vuelve necesaria la generación de configuraciones pedagógicas específicas que permitan atender al desarrollo de individuos preparados (Leong, 2017, citado por los autores) priorizando el desarrollo de habilidades que favorezcan el aprender durante toda una vida y comunicarse con los otros (Trilling y Fadel, 2009, WEF, 2015) sobre la acumulación de grandes cantidades de contenidos.

Así, el tratamiento de un enfoque STEM en el aula tiene que ver necesariamente con la organización escolar, los ambientes de aprendizaje, el modelo pedagógico y la colaboración interdisciplinaria y transdisciplinaria. Para que

el enfoque STEM pueda ser una realidad en las escuelas la política educativa debe promover mejoras en estos distintos ámbitos de intervención.

Respecto a la organización escolar, el enfoque y las prácticas STEM demandan una escuela abierta a la comunidad, en donde la enseñanza esté vinculada con los problemas reales y los retos que son cotidianos para los estudiantes. En un contexto de aprendizaje STEM debe haber una mayor interacción con los sectores productivos, de investigación y recreación. Ello demanda apertura por parte de las autoridades educativas en todos los niveles de jerarquía pero, muy importantemente, en las direcciones y supervisiones escolares. En un entorno donde todo es abierto, la escuela no puede permanecer cerrada.

De este modo, los ambientes de aprendizaje tienen que ser motivantes para los estudiantes y el contenido que se imparte debe ser significativo e interesante. Ello conecta con el modelo pedagógico; en STEM el modelo pedagógico debe ser activo, constructivista en su esencia más íntima y las y los docentes tienen que comprender a cabalidad que los principios pedagógicos deben regir en cada una de las etapas de aprendizaje y en consecuencia, reconsiderar el papel de la evaluación formativa para valorar los desempeños de sus estudiantes bajo criterios que realmente les ayuden a identificar sus fallas y sus oportunidades de mejora.

Si se enseña bajo un enfoque distinto no se puede seguir evaluando de la misma manera. Se tienen que considerar los logros, las competencias, la colaboración, los resultados, los diseños, la comunicación y la creatividad. Todo ello va más allá de una simple examinación conceptual.

Para ello, es fundamental una buena formación disciplinaria de los docentes. No se puede implementar una práctica STEM si no se tiene claro el conocimiento que está involucrado desde las disciplinas, si no se entiende perfectamente lo que se enseña ni lo que se espera de una práctica o proyecto. Por lo tanto, una formación disciplinaria en los docentes de todos los niveles es condición fundamental.

Un reto más es la colaboración. Generalmente, los docentes mexicanos trabajan aislados, impartiendo los contenidos de sus materias o asignaturas sin vincular lo que enseñan con el resto del currículum. Las prácticas STEM demandan una planeación didáctica articulada con el resto de las disciplinas. Ello impone a las y los docentes el estar abiertos a la creación conjunta, la colaboración, la crítica constructiva y no tener miedo al fracaso de sus

intentos y experiencias. Por ello, la educación emocional no sólo de los estudiantes sino también de los docentes es un aspecto crítico a considerar. De igual forma lo es el tema de los espacios colaborativos dentro del horario escolar y a través de medios digitales y la cultura de colaboración entre docentes.

Siendo la naturaleza de STEM interdisciplinaria y transdisciplinaria, es importante recordar que en las escuelas se imparten materias específicas como Exploración y comprensión del mundo natural y social, en educación preescolar; Conocimiento del Medio y Ciencias Naturales, en educación primaria; Biología, Química, Física, en los niveles medio y medio superior. Si bien sería deseable contar con más espacios de formación no formal en donde los niños y niñas pudieran incorporar más competencias, como por ejemplo la robótica o los talleres de ciencia, la realidad de la escuela mexicana es aún lejana a ello. Tampoco se propone incluir 5 materias más en cada grado. Se trata de encontrar y brindar a los docentes formas prácticas de ir creando interacciones al tiempo que adquieren y profundizan en conceptos de cada disciplina particular. Aquí habría quizás cabida, por ejemplo, para elecciones de foco de forma colectiva por escuela o especializaciones de docentes, por ejemplo: un maestro de biología podría interesarse en la robótica e incluir temas en forma de retos o problemas relacionados a la biotecnología. Pero a nivel Medio superior y especialmente a nivel superior, será clave flexibilizar el sistema de adquisición de habilidades, para que puedan generarse de manera mucho más espontánea estas interacciones y estas trayectorias STEM, que al igual que nosotros tendrán que irse adaptando a las necesidades del mercado laboral.

Mucho hay que explorar y fomentar sobre la vinculación entre Empresas-Industria-Centros de Trabajo-Museos -Espacios Públicos y las Escuelas para que permitan desarrollar habilidades, pero también inspirar y guiar a través de mentorías, visitas, pasantías, etc. En fin, para cada nivel educativo existen prácticas con evidencias que habrán de guiar las iniciativas que fomentamos.



VISIÓN  
STEM  
PARA MÉXICO

# CAPÍTULO 2. EL MOMENTO HISTÓRICO DE STEM

## 2.1 STEM COMO PALANCA DEL DESARROLLO

Nos encontramos ante una coyuntura completa a nivel global. Por un lado, según datos de la ONU, la generación entre 9 y 19 años es la primera que podría acabar con la pobreza extrema y la última que puede frenar el cambio climático (Ki-moon, 2015), es decir si no logramos incidir en esta generación, simplemente como humanidad no lo habremos logrado.

## 2.2 OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA AGENDA 2030 DE LA ONU

Como comunidad global, enfrentamos grandes retos. Solo por citar algunos:<sup>7</sup> *“13 millones de hectáreas de bosque desaparecen cada año y la degradación persistente de las zonas áridas está provocando además la desertificación de 3,600 millones de hectáreas. Aunque un 15% de la tierra se encuentra actualmente bajo protección, la biodiversidad aún está en riesgo. La deforestación y la desertificación, provocadas por las actividades humanas y el cambio climático, suponen grandes retos para el desarrollo sostenible y han afectado la vida y los medios de vida de millones de personas en la lucha contra la pobreza.”*

Por otro lado, *“las emisiones mundiales de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) han aumentado casi un 50% desde 1990 y la energía es el factor que contribuye principalmente al cambio climático y representa alrededor del 60% de todas las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero.”* Además, *“3000 millones de personas, el 50% de ellas de África Subsahariana, todavía cocinan con combustibles muy contaminantes y tecnologías poco eficientes”.*

La rápida disminución de la biodiversidad, ha dejado a millones de personas sin acceso a alimentos vitales o a plantas de las que dependían para producir sus medicamentos, y la sobre explotación de los mares pronto resultará en escasez de proteína para millones de personas.

Muchos de estos retos que enfrentamos como humanidad, prometen encontrar una solución a través de la multidisciplinariedad. Cuando se combina STEM con estrategias de desarrollo comunitario pueden encontrarse soluciones a problemas realmente complejos de pequeña y gran escala. Por ejemplo, los Objetivos de desarrollo sostenible (ODS) indican que si *“se adopta una amplia gama de medidas tecnológicas y cambios en el comportamiento, aún es posible limitar el aumento de la temperatura media mundial a 2 grados centígrados por encima de los niveles preindustriales”.* Y que, *“gracias a los grandes cambios institucionales y tecnológicos se dispondrá de una oportunidad mayor que nunca para que el calentamiento del planeta no supere este umbral”.* Así, queda claro que STEM es una palanca de desarrollo y que impulsar la Educación en STEM es una decisión estratégica para trabajar hacia los Objetivos del Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 de la ONU.

## 2.3 LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

Las diversas revoluciones que han existido en el mundo, han impactado la sociedad, los trabajos y a las personas. Aunque no se le reconoce como la primera, podría decirse que la antesala de estas revoluciones fue el uso del fuego por los seres humanos. La primera revolución es aquella que inició con el invento de la máquina de vapor y a la cual siguió la producción manual a la mecanizada, entre 1760 y 1830; la segunda, que trajo la electricidad y la manufactura en masa alrededor de 1850. Para la tercera hubo que esperar la llegada de la mitad del siglo XX; trajo consigo la electrónica, la tecnología de la información y las telecomunicaciones. Y finalmente la que nos ocupa, la cuarta, trae consigo una tendencia a la automatización total de la manufactura. Cada una ha traído una profunda transformación económica, social y, por supuesto, geopolítica.

7. Datos destacables de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas.

#### Cuadro 4. ¿Qué es la Cuarta Revolución Industrial?

De acuerdo con Schwab (2016), Director ejecutivo del Foro Económico Mundial, *“La Cuarta Revolución Industrial no se define por un conjunto de tecnologías emergentes en sí mismas, sino por la transición hacia nuevos sistemas que están contruidos sobre la infraestructura de la revolución digital (Tercera revolución)”*

La Cuarta Revolución Industrial, permea todos los sistemas de nuestra sociedad, incluidos los centros de trabajo, la industria y la vida de las personas con los siguientes elementos:

- Analítica y Big data
- Esferas física, digital y biológica
- Inteligencia artificial
- Internet de las cosas
- Robótica y automatización
- Tecnología móvil
- Colaboración Social

La velocidad, el alcance y el impacto en los sistemas son los tres aspectos que nos hacen saber que se trata de una nueva revolución industrial, no de una evolución de la anterior.

Por supuesto, esta Cuarta Revolución Industrial, trae consigo beneficios como la reducción de costes de producción y procesos, la posibilidad de personalizar aun más los servicios y productos y el seguimiento remoto de muchos procesos. Así también generará grandes retos al sustituir la mano de obra por robots o sistemas automatizados. Por ello, habrá puestos que desaparecerán, y perfiles de puesto completamente nuevos que surgirán. Esta revolución también implicará una robusta capacidad de adaptación al cambio y la capacidad de seguir aprendiendo a lo largo de la vida.

Sus efectos son ya palpables en nuestro país: más del 50% de los empleadores mexicanos han enfrentado dificultades para encontrar los perfiles necesarios para ocupar vacantes en áreas STEM, revela la Encuesta de Escasez de Talento de Manpower Group de 2018.

Según la Encuesta de Ocupación y Empleo del INEGI 8 de los 10 empleos mejor pagados son carreras STEM (Clark y Molano, 2018), sin embargo, el 50% de los egresados eligen sólo entre 9 carreras y únicamente una de ellas es STEM. Este fenómeno se vuelve más crítico si se analiza bajo la perspectiva de género ya que, de acuerdo con la OCDE, en México solo el 8% de las mujeres elige este tipo de carreras, comparado con el 27% de los hombres que las elige.

#### Cuadro 5. Las competencias STEM para la Cuarta Revolución Industrial

Frente a la Cuarta Revolución Industrial – Tecnológica, México requiere potenciar y canalizar el talento competitivo de niñas, niños, adolescentes y jóvenes para que desarrollen y se apropien de las competencias STEM:

- Resolución de problemas
- Creatividad
- Pensamiento crítico
- Comunicación
- Colaboración
- Manejo y análisis de datos
- Computación e Informática

# CAPÍTULO 3. NACE AP STEM

## 3.1 HISTORIA

En 2018 nace AP STEM, como una iniciativa del CCE, que ya venía subrayando en diversos documentos la importancia de impulsar la Educación en STEM, y de vincular todos estos esfuerzos a una visión del desarrollo de la fuerza laboral.

Por su lado, diversas organizaciones de la sociedad civil, pero también Universidades públicas y privadas han trabajado durante años en la Educación en STEM, principalmente en programas de educación superior específicos o en primarias. Sobre todo, desde los campos de la ciencia, la robótica, la ingeniería y las matemáticas. Pero poco a poco estas organizaciones e instituciones empiezan a migrar hacia un planteamiento de educación con enfoque en STEM. Aún son muchos más los esfuerzos que como país requerimos y aún mayor la vinculación y colaboración estratégica que queremos detonar.

APSTEM nace como una iniciativa de las cámaras industriales, con el impulso y compromiso de la Comisión en Educación del Sector Empresarial, que decide reunir a actores clave para generar una visión conjunta en el tema, y apoyar, vincular e impulsar la Educación en STEM en el desarrollo de la fuerza laboral del país. Desde sus inicios, Movimiento STEM ha coordinado estratégicamente los esfuerzos de organización y vinculación de los actores de la sociedad civil, pues desde su propia misión, ya buscaba impulsar el Ecosistema STEM y detonar su crecimiento exponencial en nuestro país. Es así que se firma la intención de colaboración de la AP STEM en octubre de 2018, consolidando los intereses surgidos de la discusión colectiva.

A través de AP STEM, desde la Iniciativa Privada, se impulsarán, apoyarán, liderarán, según el caso, sinergias e iniciativas entre Empresas-Industria-Centros de Trabajo-Museos-Espacios Públicos-Escuelas y organizaciones de la sociedad civil que busquen:

- Brindar a la sociedad una imagen positiva sobre STEM, sus beneficios e impactos, en diferentes ámbitos de la sociedad.
- Crear oportunidades de Educación en STEM de calidad para todos, buscando la equidad e inclusión.

- Mejorar la calidad de la Educación en STEM en la educación formal, no formal e informal. Esto incluye escuelas, programas fuera del horario escolar, museos, universidades, espacios públicos, entre otros.
- Incrementar el interés de los estudiantes en STEM, y así incrementar también el número de estudiantes que persiguen una carrera STEM, impulsando de manera enfática la participación de mujeres y grupos excluidos.
- Contar con una fuerza laboral capacitada para los requerimientos actuales de la industria y las necesidades apremiantes del mercado laboral.

## 3.3 ACCIONES QUE IMPULSARÁ LA INICIATIVA PRIVADA DESDE LA AP STEM

Para ello, de forma inmediata, desde la iniciativa privada consideramos que las 4 acciones para impulsar la Educación en STEM en México son:

- Promover el desarrollo en los niños, niñas, adolescentes y jóvenes, de valores y habilidades relevantes para la vida y hacer frente a los retos del Siglo XXI, para lo cual será importante apoyar iniciativas que lo promuevan, así como aquellas dirigidas a la formación docente.
- Fomentar entre la opinión pública nacional, un diálogo permanente en el que se posicione a STEM como un factor determinante en el desarrollo del país, y la educación en STEM como una vía fundamental para alcanzar dicho desarrollo con una visión social e incluyente en la que se cuestionen y combatan estereotipos de género.
- Consolidar mecanismos de vinculación permanente entre los actores clave y expertos en la implementación de programas y metodologías STEM para garantizar los avances y el cumplimiento de las metas en esta materia.
- Definición, análisis y seguimiento de (i) indicadores macroeconómicos que permitan dar seguimiento puntual a los avances de STEM en el país y (ii) indicadores, estándares y evaluaciones de

impacto comunes entre los expertos y actores clave que desarrollan acciones y programas STEM a nivel nacional, para asegurar la calidad y los mecanismos de mejora en el surgimiento y evolución de la Educación en STEM en México y cumpliendo con estándares internacionales, siempre tomando como primer referente el contexto nacional.



VISIÓN  
STEM  
PARA MÉXICO

# CAPÍTULO 4. LA EDUCACIÓN EN STEM EN LA PRÁCTICA

## LA EDUCACIÓN EN STEM:

- Se basa en la solución de problemas sociales reales, abonando al cumplimiento de la Agenda 2030 de la ONU.
- Propone trabajo colaborativo y en equipo incluyente, brindando un entorno muy propicio para el desarrollo de las habilidades socioemocionales.
- Trabaja los campos de la Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas de forma interdisciplinaria y transdisciplinaria, y las habilidades asociadas a las disciplinas, en particular la indagación.
- Aplica el Proceso de Diseño de Ingeniería (investigar, imaginar, planear, crear un prototipo, practicar y evaluar, mejorar e iterar y finalmente preguntar).
- Utiliza con rigor las ciencias y las matemáticas y propone el uso de la tecnología.
- Desarrolla habilidades de lenguaje y comunicación, impulsando a plantear soluciones con una comunicación rápida, ágil y eficaz.
- Prepara a los niños, niñas, adolescentes y jóvenes para tener bases sólidas en STEM, descubrir sus talentos en estas áreas y con ello sentar las bases para orientarlos hacia la elección de carreras relacionadas con STEM y/o impactar positivamente en los logros de su plan de vida personal y profesional.

### 4.1 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

En un mundo globalizado, plural y en constante cambio, la enseñanza y el aprendizaje deben aprovechar los avances de la investigación y buscar un equilibrio entre los valores

universales y la diversidad de identidades nacionales, locales e individuales. Esta relación entre lo mundial y lo local es la clave para que el aprendizaje contribuya a insertar a cada persona en diferentes comunidades en las que pueda pertenecer, construir y transformar.<sup>8</sup> Por ello es necesario formar personas conscientes de su individualidad dentro de la comunidad, el país y el mundo.

Hoy el mundo se comprende como un sistema complejo en constante movimiento y desarrollo. A partir del progreso tecnológico y la globalización, la generación del conocimiento se ha acelerado de manera vertiginosa, y las fuentes de información y las vías de socialización se han multiplicado de igual forma. La inmediatez en el flujo informativo que hoy brindan la internet y los dispositivos inteligentes, cada vez más presentes en todos los contextos y grupos de edad, era inimaginable hace una década.<sup>9</sup> A su vez, estas transformaciones en la construcción, transición y socialización del conocimiento han modificado las formas de pensar y relacionarse de las personas. En este contexto resulta necesario formar a niñas, niños y jóvenes para que sean capaces de adaptarse a los entornos cambiantes y diversos, manejen información de una variedad de fuentes impresas y digitales, desarrollen un pensamiento complejo, crítico, reflexivo y flexible, resuelvan problemas de forma innovadora, en colaboración con otros, establezcan metas personales y diseñen estrategias para alcanzarlas.<sup>10</sup> La Educación en STEM brinda una respuesta específica para enfrentar estos desafíos.

Las prácticas pedagógicas STEM se enmarcan dentro del enfoque socioconstructivista, que considera relevante la interacción social del que aprende, plantea la necesidad de explorar nuevas formas de lograr el aprendizaje y lo considera como un contexto en el cual los procesos sociales y situacionales son relevantes. A esta forma de ver la enseñanza y el aprendizaje pertenecen las estrategias que

8. Véase Reimers, Fernando, Empowering global citizens: a word course, Carolina del Surr, Create Space Independent Publishing Platform, 2016.

9. Brunner, José Joaquín y Juan Carlos Tedesco (eds.), Las nuevas tecnologías y el futuro de la educación, Buenos Aires, Septiembre Grupo Editor, 2003. Consultado el 7 de enero de 2019 en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001423/142329so.pdf>.

10. SEP. (2017). Aprendizajes clave para la educación integral. CDMX: SEP.

promueven la indagación, la creatividad, la colaboración y la motivación. En particular destaca el aprendizaje basado en preguntas, problemas y proyectos,<sup>11</sup> el cual considera los intereses de los estudiantes y los fomenta mediante su apropiación e investigación. Este método permite a los estudiantes construir y organizar conocimientos, apreciar alternativas, aplicar procesos disciplinarios a los contenidos disciplinares y presentar resultados.

Para poder brindar una Educación en STEM de calidad es de suma importancia reconocer que los mexicanos deben poder acceder a una educación de calidad, que tenga como centro al estudiante y su integralidad.

Desde la perspectiva pedagógica fue Jonh Dewey quien desde principios del siglo XX, en un discurso pronunciado ante la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia, destacó que "la enseñanza de la ciencia ha puesto demasiado énfasis en la acumulación de información descuidando el hecho de que la ciencia, es también una manera de pensar y una actitud mental. La ciencia es más que un cuerpo de conocimientos que aprender, hay también una vital importancia en el proceso o en el método de aprender (Dewey, 1910, citado en NRC, 2002).

Más tarde, otros investigadores como Josep Schwab (1960, 1966) expusieron sobre la importancia de la argumentación, la contrastación y el valor de la indagación para que los estudiantes recrearan por ellos mismos, aquellos conocimientos ya validados por la ciencia. Schwab propuso las bases de tres modelos de indagación que dan cada vez una mayor libertad al estudiante para resolver sus propias dudas y recabar evidencia a partir de sus propias investigaciones.

Así, los estándares de Ciencia de los Estados Unidos (2000) definieron las características de una enseñanza basada en la indagación y definieron sus elementos esenciales:

1. Los estudiantes se involucran en el aprendizaje a partir de preguntas científicamente orientadas.
2. Los estudiantes dan prioridad a la evidencia, lo que les permite desarrollar y evaluar explicaciones alternativas a las preguntas planteadas.
3. Los estudiantes formulan explicaciones a partir de la evidencia.
4. Los estudiantes evalúan sus explicaciones a la luz de las explicaciones alternativas obtenidas por sus

pares, reflejando un conocimiento científico de los hechos o fenómenos estudiados.

5. Los estudiantes comunican y justifican sus saberes a partir de los procedimientos utilizados y las conclusiones que ellos mismos han validado.

A partir de lo anterior, los mismos estándares definieron un aprendizaje basado en la indagación como:

Una actividad multifacética, que implica hacer observaciones, elaborar preguntas, examinar libros y otras fuentes de consulta para conocer lo que ya se conoce, planear investigaciones, revisar lo que ha sido validado a la luz de la evidencia experimental, utilizar herramientas para recabar, analizar e interpretar datos; proponer respuestas, explicaciones y predicciones y comunicar los resultados. La indagación requiere de identificar supuestos, el uso del pensamiento lógico y crítico y la consideración de explicaciones alternativas (NRC, 2002).

#### Cuadro 6. La indagación y STEM

La indagación es la base de STEM porque todo conocimiento debe surgir del interés de los estudiantes por querer saber, y para ello es fundamental plantear buenas preguntas y tener la habilidad de buscar respuestas, interpretar información y colaborar con otros en la recreación del conocimiento ya validado o la aplicación del nuevo conocimiento en diferentes contextos.

## 4.2 COMPETENCIAS QUE SE ADQUIEREN Y CÓMO SE PROPICIAN

Las competencias básicas generadas en los estudiantes a partir de las prácticas en educación de la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, son ocho y fueron homologadas con las siete que propone Global STEM Alliance considerando los rasgos del Perfil de Egreso de la Educación Obligatoria del Sistema Educativo Nacional. Están expresadas en "rasgos deseables" y su logro es el resultado de un aprendizaje progresivo a lo largo de los niveles educativos previos. El factor clave para el logro de estas competencias es generar aprendices activos, creativos e interesados por aprender; lo que implica poner en marcha en aulas y escuelas principios pedagógicos

11. Barron, Brigitt y Linda Darling Hammond, " Perspectivas y desafíos de los enfoques basados en la indagación", en Aguerro, Inés (coord.). pp. 160-183



que favorezcan la renovación de los ambientes de aprendizaje, propicien un aprendizaje activo, situado, autorregulado, dirigido a metas, colaborativo y que facilite los procesos sociales de conocimiento y de construcción de significado.<sup>12</sup> (SEP, 2018)

Aunque alcanzar los “rasgos deseables” es un asunto multifactorial en cuyo logro confluyen el estudiante como responsable de su propio aprendizaje, los contextos sociales y familiares en los que se desenvuelve y todos los profesores que lo acompañan en el trayecto educativo, para promover los aprendizajes esperados, la labor del profesor en cada nivel educativo es fundamental y por lo tanto su formación, ya sea inicial o continua, una prioridad. (SEP, 2018)

Para evaluar el grado de dominio de las competencias de Global STEM Alliance homologadas con el Modelo Educativo de México se utiliza una rúbrica que retoma los rasgos del perfil de egreso de cada nivel educativo, en el entendido de que los aprendizajes que logre un alumno en un nivel será el fundamento de los aprendizajes que logre en el siguiente.<sup>13</sup> Para valorar en qué medida un estudiante ha logrado “rasgos deseables” se propone utilizar la siguiente escala: Experto, Avanzado, Bueno, Básico.

**Tabla 2. Competencias STEM de Global STEM Alliance**

|  |  |
|--|--|
| <p>1. Pensamiento Crítico/ Creatividad/ Resolución de Problemas: Desarrolla el pensamiento crítico y resuelve problemas con creatividad</p>  | <p>Formula preguntas para resolver problemas de diversa índole. Se informa, analiza y argumenta las soluciones que propone y presenta evidencias que fundamentan sus conclusiones. Reflexiona sobre sus procesos de pensamiento, se apoya en organizadores gráficos para representarlos y evalúa su efectividad.</p>   |
| <p>2. Resolución de problemas: Fortalece su pensamiento matemático</p>   | <p>Amplía su conocimiento de técnicas y conceptos matemáticos para plantear y resolver problemas con distinto grado de complejidad, así como para modelar y analizar situaciones. Valora las cualidades del pensamiento matemático.</p>  |
| <p>3. Alfabetización de datos: Gusta de explorar y comprender el mundo natural y social / Muestra responsabilidad por el ambiente / Cuida su cuerpo y evita conductas de riesgo.</p> | <p><b>a) Gusta de explorar y comprender el mundo natural y social</b></p> <p>Identifica una variedad de fenómenos del mundo natural y social, lee acerca de ellos, se informa en distintas fuentes, indaga aplicando principios del escepticismo informado, formula preguntas de complejidad creciente, realiza análisis y experimentos. Sistematiza sus hallazgos, construye respuestas a sus preguntas y emplea modelos para representar los fenómenos. Comprende la relevancia de las ciencias naturales y sociales.</p> <p><b>b) Muestra responsabilidad por el ambiente</b></p> <p>Promueve el cuidado del medio ambiente de forma activa. Identifica problemas relacionados con el cuidado de los ecosistemas y las soluciones que impliquen la utilización de los recursos naturales con responsabilidad y racionalidad. Se compromete con la aplicación de acciones sustentables en su entorno.</p> <p><b>c) Cuida su cuerpo y evita conductas de riesgo</b></p> <p>Activa sus habilidades corporales y las adapta a distintas situaciones que se afrontan en el juego y el deporte escolar. Adopta un enfoque preventivo al identificar las ventajas de cuidar su cuerpo, tener una alimentación balanceada y practicar actividad física con regularidad.</p> |

12. SEP. (2017). Aprendizajes clave para la educación integral. CDMX: SEP.

13. Ídem, pp. 22-23

|   |   |
|---|---|
| <p>4. Comunicación: Se comunica con confianza y eficacia</p>        | <p>Utiliza su lengua materna para comunicarse con eficacia, respeto y seguridad en distintos contextos con múltiples propósitos e interlocutores. Si es hablante de una lengua indígena también lo hace en español. Describe en inglés experiencias, acontecimientos, deseos, aspiraciones, opiniones y planes.</p>   |
| <p>5. Colaboración: Tiene iniciativa y favorece la colaboración</p> | <p>Reconoce, respeta y aprecia la diversidad de capacidades y visiones al trabajar de manera colaborativa. Tiene iniciativa, emprende y se esfuerza por lograr proyectos personales y colectivos.</p>   |
| <p>6. Alfabetización digital y Ciencias Computacionales</p>         | <p>a) Compara y elige los recursos tecnológicos a su alcance y los aprovecha con una multiplicidad de fines. Aprende diversas formas para comunicarse y obtener información, seleccionarla, analizarla, evaluarla, discriminarla y construir conocimiento.</p> <p>b) Compara y elige los recursos tecnológicos a su alcance y los aprovecha con una multiplicidad de fines. Busca, selecciona, evalúa, clasifica e interpreta información, presenta información multimedia, se comunica, interactúa con otros, representa información, explora información, explora y experimenta, manipula representaciones dinámicas de conceptos y fenómenos y crea productos. Favorece el desarrollo del pensamiento crítico, creativo, manejo de información, comunicación, colaboración en el uso de tecnología, ciudadanía digital, pensamiento computacional.</p> |

Adaptadas por: (Villavicencio, 2018)

### 4.3 PROCESO ENSEÑANZA – APRENDIZAJE

Fomentar la resolución de problemas, desarrollar proyectos, trabajar la capacidad de análisis o aprender a trabajar en equipo requiere de un proceso de enseñanza-aprendizaje que permita a las y los estudiantes hacer uso de sus conocimientos de forma integrada y conectar conceptos de diferentes disciplinas. Requiere también, usar la tecnología no sólo como una herramienta para acceder a la información, si no para propiciar el desarrollo de la creatividad y la capacidad de innovación.

Una clase STEM difícilmente puede ocurrir en un aula de clases habitual, se requiere un espacio en el que se promueva el aprendizaje autónomo, el aprender a aprender, el aprender haciendo. Estas características buscan que las y los estudiantes sean los protagonistas de su propio aprendizaje para comprender la realidad a través de actividades multidisciplinares y que el docente sea una guía que ayude a sus estudiantes de manera indirecta, mediante un feedback continuo (Fernández, 2006). En este sentido, no existe una única metodología de enseñanza para insertar en ella el proceso de enseñanza-aprendizaje, pero metodologías como la indagación, el aprendizaje basado en retos (ABR) y el aprendizaje basado en proyectos (ABP), que centran su eficacia en entender y dar solución a situaciones reales son pertinentes porque están centradas en el alumno, favorecen la construcción de conocimientos a través de las propias experiencias y potencian la interacción con la realidad más allá del aula.

## Cuadro 7. Ciclo de Aprendizaje para la Educación en STEM

En las prácticas STEM es fundamental que los docentes consideren un ciclo de aprendizaje con etapas bien definidas para los estudiantes, mismo que debe considerar al menos las siguientes fases (adaptado a partir de NRC, 2000):

- **Fase 1.** Trabajando colaborativamente, los estudiantes se involucran activamente en una pregunta, evento o fenómeno de su comunidad. Conectan con lo que ya conocen o saben al respecto, las diferentes ideas crean disonancia y los motiva a aprender más.
- **Fase 2.** Los y las estudiantes ponen a prueba sus ideas a través del diseño de investigaciones o actividades vivenciales; formulan y prueban sus hipótesis y generan una explicación inicial a partir de lo que observan.
- **Fase 3.** Los y las estudiantes analizan e interpretan datos, sintetizan sus ideas, construyen modelos para clarificar los conceptos y explicaciones con sus maestros y otras fuentes confiables de conocimiento científico y técnico.
- **Fase 4.** Los y las estudiantes aplican sus aprendizajes y nuevas habilidades a nuevas situaciones o problemas.
- **Fase 5.** Los estudiantes junto con sus maestros y maestras evalúan lo aprendido y cómo lo han aprendido favoreciendo una reflexión metacognitiva.

## 4.4 EL DOCENTE Y LA EDUCACIÓN EN STEM: ¿QUÉ SE ESPERA DE LOS DOCENTES? ¿QUÉ NECESITAN PARA IMPLEMENTAR STEM EN EL AULA? ¿QUÉ RESULTADOS TENDRÁ ESTA IMPLEMENTACIÓN?

Poner en práctica STEM en el aula requiere por parte de los docentes considerar el currículum como una plataforma flexible, donde cada tema es abordado a partir de los conocimientos previos, los intereses y dudas de los estudiantes, donde hay oportunidades para la interacción con materiales, audiovisuales, objetos virtuales de aprendizaje, donde se utilizan las tecnologías de la información. Todo ello en una secuencia bien planeada y argumentada por parte del docente.

Bajo esta perspectiva, en diversos países existen iniciativas donde los estudiantes de nivel secundaria seleccionan sus materias en función de sus motivaciones e intereses o donde los temas del currículum se atienden de acuerdo a la prioridad que los propios estudiantes dan a los mismos. En un contexto como el nuestro donde hay un currículum centralizado, lo deseable es buscar las oportunidades para que los temas a tratar respondan al interés de los estudiantes y para ello hay que vincularlos de una manera más explícita con su realidad y contexto.

Para ello, en muchas escuelas y espacios como museos se están implementando también los espacios Maker (del verbo hacer, en inglés) donde los estudiantes pueden diseñar y armar prototipos, usar diferentes herramientas tanto tecnológicas como mecánicas, construir modelos o planear un negocio o servicio.

STEM requiere de maestros innovadores en su práctica, actualizados en su saber y abiertos a la colaboración con sus estudiantes. Los tiempos donde el maestro poseía la información y el saber han quedado atrás. Hoy se requiere de docentes capacitados para dirigir a sus estudiantes con conocimiento pero también con creatividad y un profundo respeto por las diferencias, que fomenten la tolerancia y que formen para que sus estudiantes sean resilientes a cambios rápidos y repentinos en cortos periodos de tiempo.

## Cuadro 8. Características de la formación profesional requerida para hacer una realidad la Educación en STEM en la Escuela mexicana

Para lograr estos cambios requeridos para la enseñanza por medio de un enfoque STEM, es necesario considerar una formación docente alineada con dichos propósitos. Dicha formación y desarrollo profesional docente debería tener al menos las siguientes características (adaptado a partir de Loucks-Horsley et. al. 2010):

1. Debe enfocarse en los contenidos del currículum. Conocer el currículum, la naturaleza de la ciencia, la ingeniería, la tecnología y las matemáticas. Debe enfocarse en estrategias de enseñanza eficaces y en la evaluación formativa.
2. Debe incorporar un aprendizaje activo y significativo para los estudiantes. El desarrollo profesional debe modelar el tipo de enseñanza que se quiere tener en las aulas.
3. Fomentar la colaboración. Se deben fortalecer las capacidades didácticas de los docentes tanto a nivel individual como de los cuerpos académicos y su colaboración a nivel intraescolar o aun entre diferentes escuelas o regiones.
4. Utilizar modelos eficaces de formación. Se debe ganar el interés de maestros y maestras en experiencias de aprendizaje que les resulten relevantes y útiles para brindar una mejor enseñanza a sus estudiantes.
5. Brindar asesoría, mentoría y seguimiento. Los más experimentados apoyan y motivan a sus pares para innovar en su práctica y facilitar el aprendizaje de sus estudiantes.
6. Incluye oportunidades para la retroalimentación y la reflexión sobre lo aprendido.

Trabajar con un enfoque como el que se describe redundará en formar un capital profesional con capacidad para emprender, para autoemplearse o para ser creativo y productivo en cualquier lugar y en cualquier contexto.

## 4.5. EL AMBIENTE DE APRENDIZAJE

### Enfoque de desarrollo integral

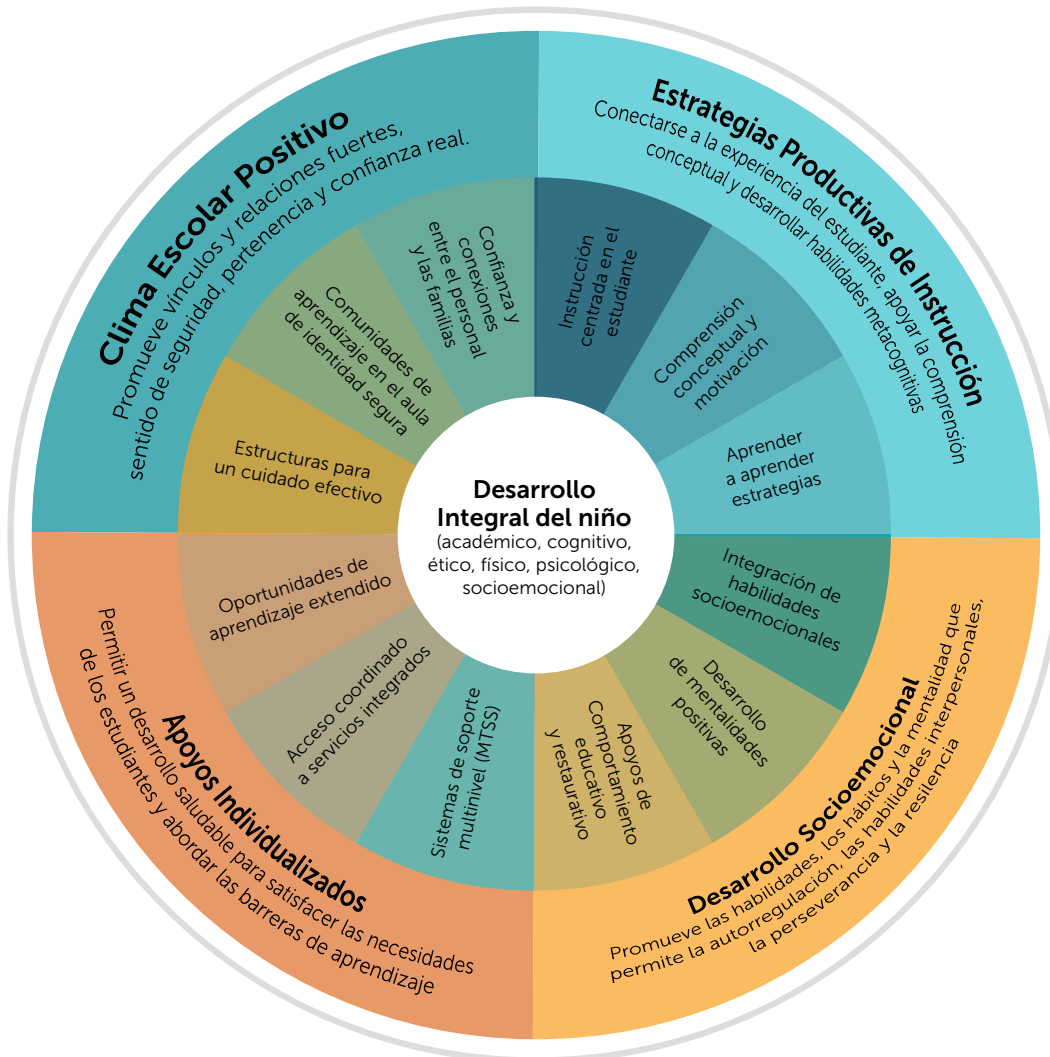
Para desarrollar competencias STEM en los entornos de educación formal y no formal, es central contar con una visión integral del desarrollo de los niños y niñas, de los jóvenes e incluso de los adultos, pues se busca el aprendizaje a lo largo de la vida. Es indispensable crear un clima de aprendizaje que favorezca el aprendizaje, y que permita a los niños y niñas involucrarse de forma activa en la construcción de su propio aprendizaje. Espacios en donde se fomenten las preguntas, la indagación, la curiosidad, el desarrollo sano de la personalidad, y las habilidades socioemocionales. Un lugar en donde existan relaciones positivas con adultos significativos, y con los demás compañeros.

Para apoyar el logro, el rendimiento y el desarrollo positivo de los estudiantes, las investigaciones sugieren que los entornos educativos deben atender cuatro dominios principales (Darling-Hammond, L., y Cook-Harvey, C. M., 2018), que se muestran en la figura siguiente y se describen a continuación:

1. Crear un clima de aprendizaje positivo tanto en las aulas presenciales o virtuales como en la escuela en general.
2. Dar forma a los comportamientos positivos de los estudiantes a través del aprendizaje social y emocional.
3. Desarrollar estrategias de instrucción productivas que apoyen la motivación, la competencia y el aprendizaje autodirigido.
4. Crear apoyos individualizados que aborden las necesidades de los estudiantes, incluidos los efectos de trauma y adversidad.

La Educación en STEM tendrá estos dominios en cuenta, al reconocer el desarrollo integral de los niños, las niñas y los jóvenes. En la Figura 7 se pueden encontrar los aspectos para el desarrollo integral.

Figura 7. Marco para una educación con enfoque en el desarrollo integral de niños, niñas y jóvenes



Traducción propia a partir del documento de Darling-Hammond y Cook-Harvey, 2018.

### Propiciar la equidad y perspectiva de género

También será clave generar espacios de aprendizaje que propicien la equidad de género, en donde los adultos a cargo tengan la capacidad de detectar, enfrentar y prevenir situaciones de riesgo en el aula. Evitar que las niñas, niños y jóvenes estén expuestos a actitudes, conductas y expresiones que propicien la discriminación por motivos de género. Estas situaciones se manifiestan de forma implícita o explícita, y el papel del docente es fundamental para promover ambientes libres de estereotipos y garantizar la igualdad de oportunidades educativas para todos y todas. (Robotix, 2018)

En el caso de la enseñanza STEM es necesario asegurar que desde el primer encuentro que las niñas y los niños tengan con las actividades, se garantice que éstas lleven un significado real, útil e interesante en la vida cotidiana. Incluir la perspectiva de género demanda de las y los docentes, además del dominio de los contenidos que debe enseñar, el conocimiento de los enfoques pedagógicos y de las estrategias didácticas adecuadas, propiciar la transformación de las interacciones que se llevan a cabo en el salón de clases para favorecer la igualdad de oportunidades a través de prácticas educativas que se sustenten en lógicas de equidad de género. (Villavicencio, 2017)

La clave para el cambio está en las y los docentes; son ellos la figura central para la implementación de cualquier propuesta didáctica, así como para promover el cambio en comportamientos y estereotipos de género. La estrategia es diseñar cursos de formación inicial y continua que les permitan vivir la experiencia de analizar conductas, actitudes y estereotipos que provienen de su propia socialización de género. (Villavicencio, 2017)

### Contar con elementos de una aula del Siglo XXI

Como ya se ha mencionado antes, el espacio de aprendizaje no se reduce sólo al aula, idealmente se buscará contar con espacios colaborativos en pasillos, aulas que permitan el trabajo por proyectos en equipo, makerspaces, mensajes y estímulos visuales que inviten a crear, espacios para compartir y exhibir ideas, retos y proyectos, interacciones y visitas a museos, a empresas, a científicos y técnicos, en la medida de lo posible, para conocer su trabajo y tener la oportunidad de llevar a cabo consultas relacionadas a sus aprendizajes. En fin, se trata de dinamizar y conectar los espacios escolares y sociales que ya existen y propiciar la invención y la colaboración. (Gras, 2018b)

La UNESCO (2017) explica que el siglo XXI exige que conformemos nuevos ambientes de aprendizaje inteligentes (SLE, por sus siglas en inglés). Estos espacios se distinguen por: el uso de tecnologías y elementos que permiten mayor flexibilidad, efectividad, adaptación, involucramiento, motivación y retroalimentación para el que aprende. Exponentes del tema aseguran que este enfoque potencia las habilidades para convertirse en aprendices para toda la vida. También exponencia las formas de crear, sostener y acceder a comunidades de aprendizaje.

Los espacios para la Educación en STEM, cuentan con los elementos de clima o ambiente positivo descrito anteriormente, y además serán espacios que (Glancy y Moore, 2013):

- Integren los contenidos, habilidades y formas de pensamiento de cada disciplina de las materias STEM, y fomenten que éstas interactúen enriqueciéndose entre ellas.
- Permitan el trabajo en la solución de problemas reales y situaciones auténticas.
- Propicien la colaboración.
- Fomenten que cada estudiante tenga una experiencia personal de aprendizaje, que de pie a la reflexión.

- Incluyan como parte de su cultura y práctica la retroalimentación.
- Implementen el aprendizaje vivencial, pero con un diseño tal que los estudiantes vayan de la manipulación a la exploración de variables, que logren descubrir las diferentes manifestaciones de los conceptos y las relaciones entre distintos conceptos, y así logren la abstracción de conceptos de forma efectiva.

## 4.6 EJES TRANSVERSALES Y ÁREAS DE FOCO EN LA EDUCACIÓN EN STEM

### Ejes Transversales en la Educación en STEM: el desarrollo de las habilidades socioemocionales y la perspectiva de género.

Muchos son los ejes transversales o áreas de foco e impacto que podríamos enumerar en este espacio, pero como se ha venido explicando a lo largo del documento, creemos que las habilidades socioemocionales (HSE) pueden y deben trabajarse de forma transversal, pero, además creemos que vale la pena enfatizar el aspecto de equidad y perspectiva de género de forma transversal también.

#### Eje Transversal 1: El desarrollo de las habilidades socioemocionales

Según CASEL (2017) "las habilidades socioemocionales son herramientas de vida que nos permiten identificar y regular nuestras emociones, entender las de los demás, mostrar empatía, desarrollar y mantener relaciones positivas, establecer metas positivas y tomar decisiones responsables."<sup>3</sup>

Contrario a lo que podría pensarse, las habilidades requeridas en campos como la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas no son exclusivas del campo del pensamiento abstracto o lógico-matemático en particular, sino que también son requeridas aquellas habilidades que permiten una interacción armónica entre quienes realizan actividades de ciencia y tecnología. (Gras, 2018a)

La mayoría de los autores coinciden en agrupar las habilidades socioemocionales más significativas para el desarrollo pedagógico y educativo, de la siguiente forma:

1. Conciencia de sí mismo
2. Autogestión
3. Conciencia social e interpersonal y colaboración
4. Habilidades para relacionarse

Los años de escolaridad obligatoria perseguirían entonces los siguientes tres grandes objetivos de aprendizaje socioemocional:

### Cuadro 9. Objetivos de Aprendizaje Socioemocional para la Educación Obligatoria

#### **1. Desarrolla habilidades de autogestión y conciencia de sí mismo, y alcanza el éxito escolar y en la vida.**

1-A. Identifica y maneja las propias emociones y la conducta.

1-B. Reconoce las cualidades personales y apoyos externos.

1-C. Demuestra las habilidades relacionadas con el logro de metas personales y académicas.

#### **2. Utiliza la conciencia social y habilidades interpersonales para establecer y mantener relaciones positivas.**

2-A. Reconoce los sentimientos y puntos de vista de los demás.

2-B. Reconoce similitudes y diferencias individuales y grupales.

2-C. Utiliza la comunicación y las habilidades sociales para relacionarse eficazmente con los demás.

2-D. Demuestra la capacidad para prevenir, gestionar y resolver los conflictos interpersonales de manera constructiva.

#### **3. Demuestra habilidades y conductas responsables en lo personal, la escuela y los contextos comunes y en la toma de decisiones.**

3-A. Considera la ética, la seguridad y los factores sociales en la toma de decisiones.

3-B. Aplica habilidades para tomar decisiones, para hacer frente de manera responsable con el trabajo académico cotidiano y las situaciones sociales.

3-C. Contribuye al bienestar de la escuela y la comunidad.

Fuente: (CASEL, 2016 en Gras, 2018a)

A lo largo de varios años y en diferentes países la implementación de la Educación en STEM ha mostrado la idea de que no basta con enseñar contenidos de

STEM, sino que, como menciona la investigadora Melina Masnatta "...se trata... de considerar un conjunto básico de prácticas de enseñanza que apoyen a los estudiantes (sin importar sus conocimientos previos) a profundizar en las ideas científicas, participar en las actividades de la disciplina y resolver problemas que tengan anclajes con la realidad." (Gras, 2018a) Los objetivos de aprendizaje socioemocional pueden ser perfectamente integrados de forma transversal a la Educación en STEM, como se ha dicho anteriormente, de hecho resulta ideal el entorno que genera la Educación en STEM para el trabajo intencional e integrado de las habilidades socioemocionales, sin ser exclusivo obviamente, de STEM.

Así, frente a las competencias STEM de resolución de problemas, creatividad, pensamiento crítico, comunicación, colaboración, manejo y análisis de datos, computación e informática, las habilidades requeridas en el S.XXI pasan por la comunicación y negociación entre pares, habilidades para relacionarse con los demás y encontrar soluciones compartidas y problemas comunes a través de la toma responsable de decisiones. El autoconcepto o conciencia de sí mismo y la autogestión se vuelven habilidades fundamentales de la colaboración y comunicación con otros. (Gras, 2018a)

**Eje Transversal 2:** La equidad y perspectiva de género entendida como inclusión en el acceso a los programas STEM, en el manejo de la información y en el diseño de las oportunidades de aprendizaje, para que las niñas y las jóvenes experimenten STEM como algo posible y adecuado para su género. Lo anterior también implica la participación en STEM de los pueblos y comunidades indígenas para favorecer sus capacidades tecnológicas y de aprovechamiento de los recursos naturales.

Como se mencionó en el apartado anterior, crear un ambiente adecuado y el rol de docente serán claves pues será labor del docente realizar acciones específicas y diseñar experiencias de aprendizaje adecuadas para lograrlo.

### **Tres Áreas de Foco: Desarrollo Comunitario, Ambiente y Sustentabilidad, Innovación**

En cuanto a las áreas de foco, estamos convencidos de que los estudiantes habrán de tener la oportunidad de trabajar, probar y seguir desarrollando sus competencias STEM, utilizando prácticas STEM en tres grandes áreas, con el fin de robustecerlas y de abrir sus horizontes frente al uso que pueden tener sus conocimientos y habilidades en la vida local y global: Desarrollo Comunitario, Ambiente y Sustentabilidad e Innovación.

## Cuadro 10. Áreas de foco de aplicación STEM

### 1. Desarrollo comunitario

Un proyecto de desarrollo comunitario es aquel que tiene como objetivo el desarrollo social y el desarrollo de la comunidad mejorando la cotidianeidad de la sociedad en su conjunto, satisfaciendo las necesidades básicas de las personas, garantizando el respeto y ejercicio de los derechos humanos.

El desarrollo comunitario "Son procesos en cuya virtud los esfuerzos de una población se suman a los de su gobierno para mejorar las condiciones económicas, sociales y culturales de las comunidades, integrar éstas a la vida del país y permitirles contribuir plenamente al progreso nacional" (ONU, 1956).

El desarrollo social se refiere al desarrollo del capital humano y capital social en una sociedad. Implica una evolución o cambio positivo en las relaciones de individuos, grupos e instituciones en una sociedad, generando el desarrollo económico y humano, y su objetivo es el bienestar social.

### 2. Ambiente y sustentabilidad

Un proyecto del ambiente y sustentabilidad es aquel que tiene como objetivo mejorar, fomentar y/o implementar prácticas de cuidado, protección o recuperación del entorno en el que viven los seres vivos y los condiciona, así como prevenir, evitar y reparar los daños ambientales que particulares (ciudadanos o empresas), o fenómenos naturales puedan causar en el entorno, recordando que éste engloba a la naturaleza y a la sociedad. También abarca los procesos que permiten la preservación, tales como la investigación, la recaudación de fondos, la seguridad, la gestión de proyectos ambientales, la declaración de zonas protegidas, la instrumentación de Parques Nacionales, etc.

### 3. Innovación científica y/o tecnológica

Un proyecto de innovación científica y/o tecnológica es aquel que aplica nuevas ideas, conceptos, productos, servicios y prácticas, a través de la transformación del conocimiento o mejorar productos ya existentes, dando así respuesta continua a situaciones cambiantes con la intención de ser útiles para el incremento de la productividad y la competitividad. Es indispensable que tenga una aplicación exitosa en el sector comercial y que sea posible su mejora continua.

Fuente: (Arteaga y Gras, 2018)



# CONCLUSIONES

Para la Alianza para la Promoción de STEM, la Educación en STEM puede sumar de forma estratégica a la construcción de una ciudadanía capaz no sólo de conocimiento, de encontrar información confiable, recoger datos, sistematizarlos y analizarlos, sino aún más, una ciudadanía capaz de proponer y mejorar el status quo. Una ciudadanía que aspira a la inclusión, que actúa con consideraciones éticas, desde un profundo y auténtico compromiso social, con un genuino respeto por el medio ambiente y un espíritu innovador.

La Educación en STEM tiene la capacidad de formar ciudadanos con competencias STEM y ciudadanos científicos. (Gras, 2018b)

Por ello, se seguirá trabajando desde la iniciativa privada para, a través de acciones específicas, vinculaciones y colaboraciones, ir hacia los objetivos que se indican en el apartado 3.2.

Pero además se identifican 5 grandes áreas de trabajo que requerimos impulsar en México, como sociedad desde el ámbito privado pero sobre todo público:

1. Incrementar de forma estratégica el gasto en Ciencia y Tecnología, alineado a la estrategia de innovación, desarrollo de la fuerza laboral y Educación en STEM.
2. Avanzar la comprensión e implicaciones de una Educación en STEM de calidad en todos los niveles educativos obligatorios y en Educación Superior, así como a lo largo de la vida, en forma de trayectorias profesionalizantes.
3. Lograr una estrategia efectiva de Desarrollo Continuo de los Docentes, en STEM, en forma de trayectorias formativas, que haga posible una Educación en STEM de calidad para todos.
4. Fortalecer y normalizar las vinculaciones entre Empresas-Industria-Centros de Trabajo-Museos-Espacios Públicos y las Escuelas que den pie a una formación más vivencial y cercana al mundo real que más tarde enfrentarán nuestros jóvenes, incluyendo, estancias, pasantías, mentorías, investigación, etc., en los ámbitos de educación formal, no formal e informales.
5. Establecer Indicadores que permitan monitorear el avance de STEM en el país, incluyendo indicadores sobre: innovación, la participación de las mujeres en carreras científicas e ingenierías, la pertinencia de la oferta de carreras técnicas de acuerdo a los sectores económicos prioritarios, el tipo de empleo y expectativas de ingreso por área de carrera, actitudes e intereses STEM en edad primaria, secundaria y media superior, patentes STEM mexicanas, docentes y STEM, entre otros, manteniendo siempre el foco estratégico.

Creemos que el planteamiento de este documento es ambicioso, pero viable si se logra un consenso social y ponemos de inmediato, cada uno desde el ámbito que le corresponde, manos a la obra con una visión conjunta.



VISIÓN  
STEM  
PARA MÉXICO

# REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, J. (2018). El modelo de las 5E como herramienta pedagógica eficaz para las prácticas STEM, Documento de trabajo.
- AP STEM. (2018) Competencias y rúbrica, Documento de trabajo.
- AP STEM. (2018) Estrategia metodológica, Documento de trabajo.
- Arteaga, D. y Gras, M. (2018). El Aprendizaje Basado en Proyectos: Adquiriendo conocimientos, habilidades sociales y emocionales, habilidades de STEM y competencias técnicas específicas a través de proyectos, Documento de trabajo.
- CASEL. (2016). Illinois Social Emotional Learning Standards. Obtenido de <https://casel.org/wp-content/uploads/2016/08/PDF-7-Illinois-SEL-Standards.pdf>
- Champbell, C. (2014). Problem-based learning and project-based learning. Consultado en <https://www.teachermagazine.com.au/articles/problem-based-learning-and-project-based-learning>
- Colombia, lejos de alcanzar la meta de inversión en ciencia [En línea]. (2018, Abril 23). Colombia: El tiempo.
- CONABIO (2018, diciembre 27). Especies endémicas [En línea]. Consultado en <https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/endemicas/endemicas.html>
- Darling-Hammond, L., y Cook-Harvey, C. M. (2018). Educating the whole child: Improving school climate to support student success. Palo Alto, CA: Learning Policy Institute.
- Glancy, A. and Moore, T. (2013) "Theoretical Foundations for Effective STEM Learning Environments". School of Engineering Education Working Papers. Paper 1. Consultado en: <http://docs.lib.purdue.edu/enewp/1>
- Gómez, E. (2018) STEM y Equidad, Documento de trabajo.
- Gras, M. (2018a). Habilidades socioemocionales y STEM, Documento de trabajo.
- Gras, M. (2018b). STEM y el Aprendizaje Basado en Proyectos, Documento de trabajo.
- Ki-moon, B. (2015). Podemos ser la primera generación en acabar con la pobreza. Naciones Unidas. Consultado en <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/08/podemos-ser-la-primera-generacion-en-acabar-con-la-pobreza-asegura-ban-ki-moon/>
- La Astronomía de los Antiguos Mayas: Usos Religiosos y Prácticos. (2018, Marzo 16). Recuperado el 27 diciembre, 2018, de <https://culturalmaya.com/astronomia/>
- Larmer, J. (2015). Project-Based Learning vs. Problem-Based Learning vs. X-BL. Consultado en <https://www.edutopia.org/blog/pbl-vs-pbl-vs-xbl-john-larmer>
- Llanas, R. y Segura, J. (2011, Septiembre 1). Inventos e Inventores del Siglo XVI al XIX en México. Gaceta Electrónica del Instituto de Ingeniería de la UNAM.
- Los países que más invierten en investigación e innovación [En línea]. (2018, Enero 18). Medellín, Colombia: Dinero.
- ManpowerGroup. (2018). La cuarta revolución, Documento de trabajo.
- ManpowerGroup (2018b). Encuesta de Escasez de Talento 2018. Consultado en: [https://www.manpowergroup.com.mx/wps/wcm/connect/manpowergroup/db65d29b-c8d3-46e9-9af5-fed9ef38a9d0/MG\\_EscasezdeTalentoMexico2018.pdf?MOD=AJPERES&CONVERT\\_TO=url&CACHEID=db65d29b-c8d3-46e9-9af5-fed9ef38a9d0](https://www.manpowergroup.com.mx/wps/wcm/connect/manpowergroup/db65d29b-c8d3-46e9-9af5-fed9ef38a9d0/MG_EscasezdeTalentoMexico2018.pdf?MOD=AJPERES&CONVERT_TO=url&CACHEID=db65d29b-c8d3-46e9-9af5-fed9ef38a9d0)
- Massachusetts Department of Elementary and Secondary Education (2016). 2016 Massachusetts science and technology/engineering curriculum framework. Consultado en <http://www.doe.mass.edu/frameworks/scitech/2016-04.pdf>
- Molano, M. y Dobarganes, P. (2018). Importancia de la Educación en STEM en el desarrollo de los países, Documento de trabajo.
- National Academies Press (2007). Rising Above the Gathering Storm. Energizing and STORM Employing America for a Brighter Economic Future. Consultado el 18 de Diciembre de 2018 en <https://s3.wp.wsu.edu/uploads/sites/618/2015/11/Rising-Above-the-Gathering-Storm.pdf>

NGSS&NSTA. (2017). Commonalities among the practices in Science, Mathematics and English Language Arts . Obtenido de <http://nstahosted.org/pdfs/ngss/PracticesVennDiagram.pdf>

Nixtamalización, tecnología prehispánica. (2016, Septiembre 16). El Universal. Recuperado el 27 de diciembre, 2018, de <https://www.eluniversal.com.mx/articulo/ciencia-y-salud/ciencia/2016/09/16/nixtamalizacion-tecnologia-prehispanica>

NRC (2002). Inquiry and the National Science Education Standards: A guide for teaching and learning. Center for Science. Mathematics and Engineering Education. United States of America.

OCDE. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (2012). Innovation for development. A discussion of the issues and an overview of work of the OECD directorate for science, technology and industry. París:

OCDE (2016). Perspectivas de la OCDE en Ciencia, Tecnología e Innovación en América Latina 2016.

OCDE (2017). OECD Skills Strategy Diagnostic Report Mexico.pdf Consultado el 9 de Diciembre de 2018. <http://www.oecd.org/mexico/OECD-Skills-Strategy-Diagnostic-Report-Mexico.pdf>

ONCETV-IPN (2018, diciembre 26). Las matemáticas mayas. Consultado en [http://oncetv-ipn.net/sacbe/mundo/los\\_mayas\\_y\\_los\\_numeros/cero.html](http://oncetv-ipn.net/sacbe/mundo/los_mayas_y_los_numeros/cero.html)

ONU (2015) Objetivos de Desarrollo Sostenible. Consultado Noviembre 28 de 2018 <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>

RobotiX. (2018). Perspectiva de género y STEM, Documento de trabajo.

Rojas, G. (2018). Planteamiento del problema en STEM, Documento de trabajo.

Rosales, M. (2018). Habilidades Digitales para AP STEM en el Modelo Educativo nacional, Documento de trabajo.

Schwab, K. (2016, Octubre 12). Cuatro principios de liderazgo de la Cuarta Revolución Industrial [En línea]. World Economic Forum.

Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Evidence Base. (2017). Scottish Government Scotland. Consultado en file:///C:/Users/Hp/Downloads/00526537.pdf

SEMARNAT (2018, diciembre 27). Áreas Naturales Protegidas en México, una opción para conocer y valorar [En línea]. Consultado en <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/areas-naturales-protegidas-en-mexico-una-opcion-para-conocer-y-valorar>

UNESCO. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2016, Septiembre 14). ¿Cuánto invierten los países en I+D? Una nueva herramienta de la UNESCO identifica a los nuevos protagonistas [En línea]. París: UNESCO.

UNESCO (2017) In pursuit of Smart Learning Environments for the 21st Century. Consultado en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000252335>

Valenzuela, E. (2018). Consolidación ejes transversales, Documento de trabajo.

Valero-Matas, J.A., Valero-Oteo, I. & R-Coca, J. (2017). El Desencuentro entre Ciencia y Educación; Un Problema Científico-Social. International Journal of Sociology of Education, 6(3), 296-322. Consultado en: <http://dx.doi.org/10.17583/rise.2017.2724>

Villavicencio, C. (2018). Competencias STEM en el Modelo Educativo Nacional, Documento de trabajo.

Villavicencio, C. (2017). Reconocer para cambiar la práctica y el aprendizaje en preescolar. En Enseñanza de las Ciencias en Preescolar con Enfoque de Género(191-193). Puebla: UNESCO.

WIPO (2017). World Intellectual Property Indicators 2017 [En línea]. Consultado en [https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo\\_pub\\_941\\_2017-chapter2.pdf](https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_941_2017-chapter2.pdf)

Zamorano, T; García, Y. y Reyes, D. (2018). Educación para el sujeto del siglo XXI: Principales características del enfoque STEAM desde la mirada educacional. Revista Contextos: Estudios de Humanidades y Ciencias Sociales. (41) Edición Especial. <http://www.revistas.umce.cl/index.php/contextos/article/view/1395>



# COMITÉ TÉCNICO ASESOR



**Marlene Gras Marín**

Editora Técnica

## EDITORIA TÉCNICA **Marlene Gras Marín**

Es consultora en materia de Educación y colabora en proyectos con empresas, centros de investigación, organizaciones internacionales y de la sociedad civil de México y otros países. A lo largo de su trayectoria, Marlene ha diseñado y asesorado programas educativos que hoy se implementan en varios países. Ha participado en varias publicaciones con la OCDE, en temas como mejora escolar, trayectoria docente, reforma de políticas educativas y análisis de los resultados de la prueba PISA. Además, ha colaborado con UNICEF en proyectos de inclusión y reinserción escolar. Marlene ha diseñado cursos y talleres para docentes y recientemente diseñó con el PIPE-CIDE elementos para la capacitación y materiales para la adquisición de habilidades socioemocionales y para el trabajo del Programa Jóvenes Construyendo el Futuro. Además, actualmente, participa en el diseño e implementación del Modelo Educativo de una Red de Escuelas Técnicas.

Marlene estudió la Licenciatura en Educación y Desarrollo en la Universidad Anáhuac del Norte desde Estados Unidos, y la Maestría en Educación Internacional en la Universidad de Estocolmo. Además, se ha especializado en metodologías de enseñanza activa, Educación en STEM, ambientes escolares efectivos, educación para la conservación, mindfulness en entornos educativos, desarrollo de la fuerza laboral y desarrollo positivo de los jóvenes.



**Rosa del Carmen Villavicencio Caballero**

Asesora Técnica

## ASESORA TÉCNICA **Rosa del Carmen Villavicencio Caballero**

Es Profesora de educación primaria con especialidad en didáctica de las ciencias naturales y enseñanza indagatoria en educación básica. Se ha dedicado a la docencia en educación primaria, a la formación de docentes y a la investigación-Acción. Ha participado en proyectos de divulgación de ciencia para niños en la Dirección General de Divulgación de la Ciencia de la UNAM, en proyectos de desarrollo tecnológico de ciencias naturales en diferentes instituciones como el ILCE el SINED y la SEP. Es coordinadora del programa a Distancia "La Ciencia en tu Escuela", en la Academia Mexicana de Ciencias y autora de materiales educativos para la enseñanza y el aprendizaje de ciencias naturales en la escuela primaria y secundaria. Desde 2016 coordina al equipo académico de biología en el rediseño curricular de los Planes y Programas de estudio de las licenciaturas para la formación inicial docente de secundaria que está realizando la Dirección General de Educación Superior para Profesionales de la Educación (DGESPE-SEP) y que, por primera vez en el país, se implementa a la par de la reforma educativa de Educación Básica.



**Juan Carlos Andrade-Guevara**  
Asesor Técnico

## ASESOR TÉCNICO **Juan Carlos Andrade-Guevara**

Es Biólogo, egresado de la Universidad Veracruzana, con especialidad en Diagnóstico y Gestión Ambiental y Maestría en Política Ambiental por la Universidad Anahuac de Xalapa. Su experiencia profesional se ha consolidado en el ámbito de la Enseñanza de la Ciencia Basada en la Indagación con énfasis en el desarrollo profesional docente y el modelo pedagógico indagatorio.

Es profesor invitado del Centro Smithsonian para la Educación en Ciencias (SSEC), con sede en Washington D.C; miembro del Consejo Asesor del Diálogo Internacional en STEM con sede en Berlín, Alemania y miembro del Comité Científico y Pedagógico de la Oficina Global para la Educación en Cambio Climático. Ha sido becario de la Embajada de los Estados Unidos en México dentro del Programa Internacional de Visitantes Líderes.

Se desempeña como jefe de proyectos en Innovación en la Enseñanza de la Ciencia A.C. (INNOVEC).

VISIÓN  
STEM  
PARA MÉXICO

---

## COLABORACIONES DE CONTENIDO

### Comité Técnico AP STEM

#### Graciela Rojas Montemayor

Presidente

#### Laura Segura

Gerente Investigación y Desarrollo Ecosistema STEM

Movimiento STEM

#### Marlene Gras Marín

Consultora en materia de Educación y Asesora educativa de Tamsa A.C.

#### Carmen Villavicencio Caballero

Coordinadora del Programa a Distancia "La Ciencia en tu Escuela"

Academia Mexicana de Ciencias

#### Claudia Robles González

Coordinadora

#### Catalina Everaert Maryssael

Jefa de Proyecto

#### Juan Carlos Andrade-Guevara

Jefe de Proyecto

Innovación en la Enseñanza de la Ciencia A.C. (INNOVEC)

#### Erika Valenzuela Alarcón

Directora de Proyectos

Edacom, Partner para México de LEGO® Education

#### Georgina López-Guerra

Socia

#### Alessandra Rountree

Consultora educativa

artEDU

#### Marília Gessa

STEM México Manager

Educando by Worldfund

#### Hector Tello Garcia

Presidente

#### Marisol Tello

Coordinadora de proyectos

#### Virginia Navarrete

Logística de eventos STEM

Persiste, A.C.

#### Francisco Javier Chávez Rangel

Director de Proyectos

#### José Juan Velázquez Barbosa

Evaluación de Proyectos

Impact Asesores

#### Mónica Rosales Cortés

Coordinadora de Educación y Capacitación

Territorium / DELL EMC

#### Roberto Saint Martin Suárez

Director General

#### Ignacio Daniel Salazar Durán

Coordinador de Investigación y Desarrollo

RobotiX

---

### Aliados Estratégicos

#### Manuel J. Molano

Director General Adjunto

#### Pablo Clark Dobarganes

Investigador

Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO)


ManpowerGroup

#### Eugenio Gómez Alatorre

Director

Centro de Investigación de la Mujer en la Alta Dirección del IPADE

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos



Esta publicación ha sido posible gracias a un gran esfuerzo colectivo y a la confianza de donantes comprometidos con el progreso nacional.

Todos los colaboradores de la Alianza para la Promoción de STEM y sus Aliados Estratégicos han brindado sus conocimientos y experiencias a través de trabajo voluntario de gran calidad.

A todos ellos nuestro agradecimiento.