

EDUCACIÓN STEM Y SU APLICACIÓN

Una estrategia inclusiva,
sostenible y universal para
preescolar y primaria



Liderazgo y coordinación estratégica

GRACIELA ROJAS MONTEMAYOR, fundadora
y presidenta de Movimiento STEM
LAURA SEGURA GUZMÁN, gerente de
Investigación y Fortalecimiento
Institucional de Movimiento STEM

Autoras

ROJAS MONTEMAYOR GRACIELA DEL CARMEN,
GRAS MARÍN MARLENE

Comisionado por Movimiento STEM

Coordinación editorial

JONATAN ARTURO GALARZA ESPARZA

Edición

LAURA ANGÉLICA DE LA TORRE RODRÍGUEZ

Diseño

MARICARMEN MARTÍNEZ MUÑOZ

Coordinación de corrección

JUANA MORENO ARMENDÁRIZ

Corrección de estilo

GABRIELA GRANADOS MARTÍNEZ

Julio 2023

ISBN 978-607-24-4980-0

Citar: Gras, M. (coord) y C. Ali (2023). *Educación STEM y su aplicación. Una estrategia inclusiva, sostenible y universal para preescolar y primaria*. Movimiento STEM, Ciudad de México.

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 Movimiento 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 dicha institución 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.



ÍNDICE

Carta de la fundadora y presidenta de Movimiento STEM	5
Agradecimientos	9
INTRODUCCIÓN	11
¿Qué es la Educación STEM?	17
Las competencias STEM y las habilidades socioemocionales, un binomio inseparable	21
La urgencia y los beneficios de instaurar la Educación STEM	27
Territorios STEM, ecosistemas de innovación educativa para transformar el aprendizaje	33
La Educación STEM y la Nueva Escuela Mexicana	38
PEDAGOGÍA Y ENFOQUES	45
Pedagogía STEM para todos los niveles	46
Desarrollo de competencias disciplinares específicas	50
Integración de disciplinas STEM	53
Enfoque en el mundo real	54
Ideas y habilidades, una conexión para las disciplinas STEM	55
Consideraciones sobre la Educación STEM	55
Pedagogía STEM para preescolar y primaria	57
Preescolar	58
Primaria	61
Enfoque en los cuatro ejes estratégicos	65
Agenda 2030 y Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) mediante la Educación STEM para el Desarrollo Sostenible (EDS)	65
Desarrollo de la fuerza laboral para la Cuarta Revolución Industrial-Tecnológica: conexión con trayectorias laborales	68
Innovación y emprendimiento	70
Inclusión	73
EDUCACIÓN STEM EN LA PRÁCTICA, EXPERIENCIAS INTERNACIONALES QUE INSPIRAN	75
Caso 1. Currícula STEM: contextualización curricular y educación ambiental integrada en Galápagos, Ecuador	77
Caso 2. Inspiración: Escuela Sustentable no. 294 de Jaureguiberry, Uruguay	85
Caso 3. Formación de profesionales de la educación: Fundación Haus der kleinen Forscher, Alemania	91

Caso 4. Educación no formal: After School Roberto Rocca del Grupo Techint, Argentina, Uruguay, Brasil, Colombia, México, Rumania y Estados Unidos de América	97
Caso 5. Foco en mujeres: Techbridge Girls, Estados Unidos de América	106
Caso 6. Educación no formal en museos: Universum, Museo de las Ciencias de la UNAM, México	114
Caso 7. Experiencias educativas de verano STEM: campamentos virtuales	122
Caso 8. STEM en preescolar: HEI Schools, Finlandia	127
Caso 9. Publicaciones que impulsan la educación STEM global	131
Caso 10. Una mirada internacional a experiencias en STEM por territorio	138
Ecosistema STEM, Tulsa, Oklahoma, Estados Unidos de América	141
Territorio STEM, Bogotá, Colombia	144
Agenda hacia la construcción del Territorio STEM + H Estado de México, México	148
IMAGINEMOS UNA ESCUELA STEM PARA PREESCOLAR Y PRIMARIA	153
ACTIVIDADES DEL ECOSISTEMA STEM	160
Movimiento STEM y las instituciones EduSTEM aliadas	161
¿Cómo estructurar una lección STEM?	166
Actividades	173
Portal CREA, recursos educativos abiertos para la enseñanza STEM	217
CONSEJOS PARA INICIAR LA EDUCACIÓN STEM	221
Cualidades de las lecciones	222
Diseño de actividades	223
Programa de educación no formal STEM	225
Diseño de programas <i>afterschool</i> : programas de verano y de jornada extendida enfocados en comunidades de escasos recursos y escuelas de bajo rendimiento	226
STEM con foco en niñas y mujeres de acuerdo con la UNESCO	228
Formación docente, desarrollo de redes de aprendizaje	230
¿Cómo vincular la literatura con STEM?	232
¿Cómo trabajar desde casa?	234
CONCLUSIONES	236
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	239
ANEXOS	252
Proyectos y documentos en el marco de la Estrategia Educación STEM para México	252
Despliegue de instrumentos Bogotá Territorio STEM	254
Acerca de las autoras	256
Lista de cuadros y figuras	259

Carta de la fundadora y presidenta de Movimiento STEM

Desde 2020, en Movimiento STEM hemos impulsado la Estrategia Educación STEM para México, una iniciativa que busca escuchar las voces de sus jugadores clave en el país para detectar las problemáticas, definir prioridades, dar visibilidad y escalar mejores prácticas, y, de esta forma, incidir en la política pública e impulsar la estrategia STEM de manera exponencial.

Esta iniciativa se ha consolidado mediante publicaciones fundamentales que se alimentan de una investigación relevante y la conformación y operación de diferentes grupos de trabajo que examinan los temas prioritarios de la agenda de Educación STEM para nuestro país.

- + Antecedente: *Visión STEM para México*, 2019
- + *Visión de éxito intersectorial: cuatro ejes estratégicos*, 2020
- + *Visión de éxito intersectorial: eje estratégico inclusión con perspectiva de género y foco en mujeres*, 2021
- + *Indicadores STEM para México*, 2021

Existe evidencia científica de que la Educación STEM abona a cuatro ejes estratégicos: a) Inclusión con perspectiva de género y foco en mujeres, b) Generación de competencias para la Cuarta Revolución Industrial-Tecnológica, c) Cumplimiento de la Agenda 2030, y d) Innovación y emprendimiento.

Uno de los principales objetivos que persigue esta estrategia es que la Educación STEM se establezca para todas las personas como cultura dentro y fuera de las escuelas. Por esta razón, decidimos crear una serie de publicaciones para las diferentes edades de la trayectoria educativa. Como primer paso,

planteamos *Educación STEM y su aplicación. Una estrategia inclusiva, sostenible y universal para preescolar y primaria*. Para los años venideros lanzaremos este mismo esfuerzo para **secundaria** y **media superior**. Esperamos que, gracias a este aporte, la comunidad educativa siga generando nuevas propuestas de enseñanza-aprendizaje para dichos campos de estudio.

La elaboración de este documento requirió identificar las diversas formas con las cuales la Educación STEM cumple su promesa de aportar a los **cuatro ejes estratégicos** mencionados en la página anterior y, a partir de ello, generar una guía que los integre en sus prácticas formal y no formal que, mediante casos de éxito, ejemplifique su aplicación e inspire a los actores clave para su ejecución.

Tenemos la seguridad de que la Educación STEM puede generarse de muchas maneras. Este es un esfuerzo que busca derribar las barreras que han limitado su entendimiento y propagación con calidad, en la que se fomenten la inclusión y diversidad en cada práctica STEM, así como el desarrollo sostenible y bienestar social. Esta estrategia posee la capacidad de generar las **competencias** que las personas requieren para enfrentar los retos del mundo actual: pensamiento crítico, resolución de problemas, creatividad, comunicación, colaboración, alfabetización de datos, digital y de ciencias computacionales, así como habilidades socioemocionales. Propone un aprendizaje basado en la **solución de problemas** e impulsa el **sentido de agencia** de las personas para convertirlas en ciudadanas y ciudadanos plenos y globalmente responsables.

El involucramiento de todos los actores sociales es esencial para el **futuro** que deseamos, así como cerrar las brechas y crear talento invencible para enfrentar el siglo XXI.

Con el presente trabajo también buscamos fortalecer el Ecosistema STEM y fomentar la labor por territorios, pues está demostrado que estas estrategias propician los vínculos y el

entorno requeridos para instalar la Educación STEM con calidad. En el desafío de unir esfuerzos locales y contribuir de forma mancomunada al fomento y fortalecimiento del enfoque educativo STEM a nivel regional e internacional para afrontar los retos educativos y sociales de hoy y mañana, la **Fundación Internacional Siemens Stiftung** se suma como un actor comprometido que convoca a un esfuerzo consecuente de colaboración intersectorial por la innovación educativa y social, que tiene su expresión más concreta en la **Red STEM Latinoamérica**. Se trata de una red de redes que reúne a decenas de instituciones de la academia, del sector educativo, público y privado, y de la sociedad civil de la región guiadas por un mismo objetivo: promover el enfoque educativo STEM como un vector transversal estratégico para aportar al desarrollo social y sustentable en los más diversos contextos.

La Red STEM Latinoamérica, impulsada por Siemens Stiftung, y su red de iniciativas “Territorios STEM”, las Mesas de Trabajo temáticas, las redes especializadas donde docentes, personas tomadoras de decisiones y especialistas en formación pedagógica piensan y actúan en conjunto, dan cuenta de un espíritu colaborativo para examinar de forma colaborativa los desafíos comunes. Algunos casos son estudiados en esta publicación, y se suman a otros ejemplos que reflejan la diversidad de perspectivas y expertise aquí reunidas. Gracias por su apoyo.

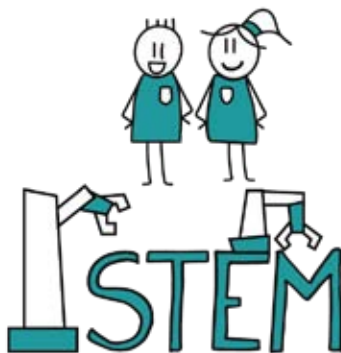
Esta publicación no sería posible sin la colaboración de la **Fundación SM**, que ha encontrado en la Educación STEM una gran vía para fortalecer su misión de contribuir con el crecimiento integral de las personas por medio de la educación y cultura. Ha creído en este trabajo que brinda elementos clave y de fácil apropiación para que los actores de la educación inicien o avancen en su camino de establecer el enfoque STEM en el aula o fuera de esta. Gracias Fundación SM por la confianza y ayuda.

Desde Movimiento STEM también queremos reconocer la colaboración de diversos aliados del Ecosistema STEM que han

puesto al servicio de nuestro país su conocimiento, tiempo y experiencia, entre los que destacan: Juan Carlos Andrade, Experto STEM, el portal CREA de Siemens Stiftung para Latinoamérica, Ecology Project Ecuador, Fundación Haus der kleinen Forscher de Alemania, INNOVEC México, Ministerio de Educación de Colombia y la Secretaría de Educación de Bogotá, así como Apisec, Baylab, Creativakids, El Garage Project Hub, STEM for Kids, TierraED y Universum, Museo de las Ciencias de la UNAM.

Reiteramos nuestro compromiso de alinear las acciones de Movimiento STEM al cumplimiento de los objetivos de la Agenda 2030 al buscar que cada iniciativa abone a los propósitos de la Nueva Escuela Mexicana para hacer que este mundo sea un lugar más justo e incluyente ¡sin dejar a nadie atrás!

Graciela Rojas Montemayor
Fundadora y presidenta
Movimiento STEM



AGRADECIMIENTOS

Las líderes y autoras de esta publicación agradecemos profundamente a las personas que en representación propia o de las instituciones en las que desarrollan su quehacer profesional han compartido la visión y los objetivos de Movimiento STEM, Fundación SM y Fundación Internacional Siemens Stiftung, para acercar a las y los docentes y facilitadores educativos las herramientas para ejercer la Educación STEM con calidad, en un esfuerzo para que esta abone al cierre de brechas y a la resolución de los retos más apremiantes de la humanidad y del planeta.

Damos las gracias a Ana María Loose de Ecology Project Ecuador, a Verónica Oelsner de la Fundación Haus der kleinen Forscher y a María Emilia Beyer de Universum, Museo de las Ciencias de la UNAM, por compartir su quehacer y reflexiones en torno a la Educación STEM y por revisar los textos presentados acerca de su práctica en una realidad de contextos diversos.

Reconocemos también el esfuerzo y las aportaciones de contenido para enriquecer esta publicación de Anna Vater al compartir sobre la labor y los recursos disponibles desde CREA para Latinoamérica; de Berenice Sánchez de Movimiento STEM por plasmar las formas en que la Educación STEM se puede convertir en transformadora de género; de Claudia Robles de INNOVEC, por informar sobre el caso de Territorio STEM+H en el Estado de México; de Juan Carlos Andrade, experto en STEM y en su vinculación con la Nueva Escuela Mexicana; de Ricardo Triana y Sandra Ruiz de la Secretaría de Educación de Bogotá, quienes ilustraron sobre el caso de Bogotá como Territorio STEM; y de Ulrike Wahl y Andrés Muñoz de la Fundación Internacional Siemens Stiftung,

quienes participaron con su amplio conocimiento y experiencia en la conformación de Territorios STEM.

Asimismo, apreciamos las contribuciones de las instituciones de Educación STEM (denominadas EduSTEM) dedicadas a llevar esta educación a las y los beneficiarios directos por medio de programas de calidad, y cuyos equipos de trabajo desarrollaron y presentaron Actividades STEM, valiosos ejemplos que encuadran la orientación que brinda esta publicación. Agradecemos a los equipos de TierraED con la lección “¿Quién nos visita hoy?”; ApiSec Learn que nos presenta las “Cucharas multifacéticas”; STEM for kids que nos expone “¡Manos limpias...! ¿Sin agua?”; El Garage Project Hub con quienes descubrimos “Luz, sombra, energía, ¡acción!”; Creativa Kids que desarrolla “¡Mi robot!”; y Baylab, que creó “Vulcanus: un vehículo para estudiar volcanes”.



INTRODUCCIÓN*

Este trabajo forma parte de la Estrategia Educación STEM para México, una iniciativa liderada por Movimiento STEM y el Ecosistema STEM, a fin de que un grupo de actores clave del país cuenten con un análisis de los elementos fundamentales para incidir en el impulso de esta educación mediante la mejora y focalización de las acciones propias y de la política pública. Es un planteamiento que también puede servir como referente para la región en el impulso a esta iniciativa. En el Anexo 1 se enlistan los documentos desarrollados hasta la fecha en el marco de esta estrategia.

La presente publicación es el resultado natural de los esfuerzos por sustentar la puesta en marcha de esta iniciativa. Ofrece inspiración y elementos prácticos para imaginar y entender diversos mecanismos de ejecución de la Educación STEM que sean adaptables a distintos contextos y que fomenten el acceso, la inclusión y las formas de vida más sostenibles en las edades de preescolar y primaria, en educación informal (momentos o espacios breves, con cierto contenido o actividad), formal (con estructura curricular) y no formal (con estructura, programa y pedagogía definida, pero que no es curricular). Se trata de una serie de publicaciones que próximamente incluirán educación secundaria y media superior.

Deseamos ampliar la mirada, ya que la Educación STEM puede hacerse realidad de muchas maneras para que todas las niñas y los niños accedan a oportunidades variadas y ricas desde muy temprana edad y a lo largo de toda su trayectoria educativa y de vida. La intención de esta guía es brindarles a ustedes, las y los

* Autores: Marlene Gras, Ulrike Wahl y Juan Carlos Andrade

profesionales de la educación y familiares, las herramientas para entender los mecanismos de ejecución que sean adaptables a distintos contextos. Todo ello mediante consideraciones pedagógicas y de enfoque con ejemplos concretos (Capítulo 1. Pedagogía y enfoques); por medio de la síntesis de doce casos inspiradores de diferentes partes del mundo que llevan a cabo la Educación STEM en distintos niveles del sistema (Capítulo 2. Educación STEM en la práctica, experiencias internacionales que inspiran); al atrevernos a imaginar una escuela STEM con la que podamos mirar hacia el futuro (Capítulo 3. Imaginemos una Escuela STEM para preescolar y primaria); con la propuesta de algunas actividades específicas para poner en práctica de inmediato (Capítulo 4. Actividades del Ecosistema STEM); así como lo establece el Capítulo 5. Consejos para iniciar la Educación STEM.

En México, la educación preescolar inicia a los tres años de edad, y la primaria, a los seis. Ambos niveles forman parte de la educación obligatoria. En el documento “Estrategia Educación STEM para México. Visión de éxito intersectorial de los cuatro ejes estratégicos” se detallan las problemáticas específicas que hay en México para que la Educación STEM de calidad llegue a toda la población estudiantil. Aquí, un resumen de las que impactan específicamente a preescolar y primaria.

Cuadro 1. Problemáticas en preescolar y primaria y recomendaciones

Problemáticas identificadas
Generales y transversales • Hay una disposición cultural hacia las humanidades y ciencias sociales.

- No hay acceso equitativo a escuelas de organización completa ni con infraestructura suficiente para una Educación STEM que sea de calidad, o educación técnica posible en algunas comunidades, muchas de ellas marginadas o con población indígena.
- Falta una visión sistémica de la transformación escolar que integre la currícula, metodologías, trayectorias de desarrollo docente, equipamiento e infraestructura necesarias.
- No hay acceso a oportunidades educativas flexibles en STEM y no formales.
- La docencia no cuenta con habilidades STEM, digitales y de la Cuarta Revolución Industrial-Tecnológica.
- México tiene un desempeño deficiente y por debajo del promedio de la OCDE en habilidades fundamentales indispensables para el aprendizaje y desenvolvimiento de habilidades más complejas.

Preescolar y primaria

- Hay desconexión del mundo natural y de las grandes ideas de la ciencia.
- Falta trabajar intencionalmente habilidades creativas de pensamiento sistémico y de agencia.
- No ha llegado a las aulas de todo el país una educación transformadora que brinde habilidades de agencia, que permita la toma de decisiones y la argumentación sólida con información veraz, con mirada al mundo o pensamiento sistémico; es decir, que forme una ciudadanía plena. Las habilidades de agencia también se conectan con el emprendimiento y, en el futuro, con la vida laboral. Estas competencias sirven no solo para conocer cómo funciona el mundo, sino que habilitan para transformarlo.

- Se carece de conocimientos sobre temas globales y sus efectos locales.
- El currículo no integra STEM y en las aulas no se observan pedagogías activas; los materiales manipulables, de electrónica, robótica y ciencias están ausentes en las aulas de primaria, secundaria y media superior.
- No hay oportunidades de aplicar competencias aprendidas en problemas reales.
- Las escuelas tienen escaso acceso a tecnologías.
- Los museos u oportunidades de educación no formal no cuentan con una orientación educativa que incluya STEM. Los espacios públicos carecen, en su mayoría, de experiencias de educación no formal o informal como jardines sensoriales, jardines polinizadores con breve información, recuperación de plantas endémicas, pasos de fauna que expliquen su razón de ser, elementos en las ciudades que cuiden el lado educativo; por ejemplo, un metro educativo, plantas de agua que dediquen un espacio a las escuelas para explicar su funcionamiento, entre otros. En conclusión, falta plagar el entorno de elementos que ayuden a que las comunidades sean sociedades que aprenden.
- No se incluyen explícitamente habilidades de emprendimiento en la propuesta del modelo educativo mexicano a nivel de educación básica y media superior; sería importante analizar si lo que existe realmente forma en estas habilidades.
- Las brechas de género en STEM inician a edades tempranas.
- De acuerdo con la UNESCO, las niñas pierden interés en las materias STEM con la edad, especialmente entre los primeros y los últimos años de adolescencia. Esto afecta su participación en los estudios avanzados en secundaria.¹
- La confianza, la motivación y el sentimiento de pertenencia de las niñas en la Educación STEM se ven afectados por el

¹ UNESCO, "Descifrar el código. La educación de las niñas y las mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM)", en UNESCO [en línea], disponible en <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366649>>, fecha de consulta: 21 de octubre de 2022.

“entorno de las y los pares”.² Grupos de niñas y adolescentes en donde se forme la autoconfianza, el autoestima y la autoeficacia pueden generar un impacto positivo en su formación socioemocional y en su percepción en el desempeño de esta estrategia.

- En México, las niñas, niños y adolescentes con discapacidad también sufren rezagos y exclusión; a menudo se les ubica en clases o escuelas distintas a las que asiste el resto de su grupo de edad o se les niega el acceso. De la población de seis a diecisiete años que tiene alguna discapacidad, 31.7% es analfabeta.³

Recomendaciones para preescolar y primaria

- Proveer ambientes de aprendizaje formales y no formales rigurosos, estimulantes, interdisciplinarios; que fomenten curiosidad; que permitan trabajar con materiales, indagar, buscar soluciones a problemas reales y estar expuestas y expuestos a diferentes tipos de actividades. Proporcionar experiencias de aprendizaje comunitarias para la generación de habilidades STEM, especialmente diseñadas para niñas y niños fuera de la escuela, personas con discapacidad, población indígena y migrante. Integrar y garantizar una Educación STEM que considere el contexto sociocultural y demográfico.
- Acceso a oportunidades y experiencias educativas relacionadas con STEM en entornos informales: museos, espacios públicos, patios escolares, centros comunitarios y programas fuera de la escuela.

² *Idem.*

³ Coneval, *Estudio diagnóstico del derecho a la educación 2018*, Coneval, Ciudad de México, 2018 [en línea], disponible en <https://www.coneval.org.mx/Evaluacion/IEPSM/Documents/Derechos_Sociales/Estudio_Diag_Edu_2018.pdf>, fecha de consulta: 7 de noviembre de 2022.

- Las familias también pueden ser promotoras de ambientes de aprendizaje, las madres y padres, abuelas y abuelos, tías y tíos y demás familiares son capaces de promover el pensamiento crítico en las niñas y los niños.

Adaptado de M. Gras (coord.), C. Alí, y L. Segura, "Estrategia Educación STEM para México. Visión de éxito intersectorial de los cuatro ejes estratégicos", en Movimiento STEM [en línea], disponible en <<https://goo.su/t7gHynA>>, fecha de consulta: 21 de octubre de 2022.

Este trabajo busca seguir impulsando la Educación STEM de calidad en México, y hacerlo desde el propio contexto, pues reconocemos la rica diversidad de nuestro país. También advertimos que hay cabida para la Educación STEM en diversos ámbitos: el escolar, que es el ámbito formal, pero también el no formal, con una multitud de oportunidades, y el informal. Se brindan principios sobre esta educación que aplican a los tres, así como ejemplos, reflexiones y casos variados.

Queremos agradecer la participación y colaboración de aliados de Educación STEM, quienes generosamente donaron sus conocimientos y algunas actividades STEM para su práctica. También agradecemos las inversiones sociales que apoyaron este trabajo, ya que sin su valiosa aportación no habría sido posible.



¿Qué es la Educación STEM?

Existen definiciones variadas acerca de *Educación STEM*, y no hay aún un consenso internacional, aunque el campo de estudio y su implantación están avanzando rápidamente —incluso, ha sido integrado en currículas de países de Europa, Estados Unidos de América, Canadá, Japón, Corea del Sur, Australia y Nueva Zelanda—. Ante esta situación, todavía hay discusiones profundas y muy ricas sobre cuáles son las estrategias didácticas y pedagógicas más adecuadas para llevarla a cabo, y cómo conviven y se comunican los conceptos de las disciplinas que la integran.⁴

Como se ha mencionado, este campo es nuevo y está en crecimiento, por ello, hoy queremos actualizar su definición por la siguiente: la *Educación STEM* es el proceso que “promueve el aprendizaje integrado e interdisciplinario de la Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (por sus siglas en inglés) como pilares para el desarrollo sostenible y el bienestar social”.⁵ En la educación formal y no formal implica la inclusión en la currícula de prácticas y proyectos que examinan estas materias de manera interdisciplinaria, transdisciplinaria e integrada, con un enfoque vivencial y de aplicación de conocimientos para la resolución de problemas reales. La educación informal conlleva hacer de STEM parte de nuestras conversaciones, preguntas, juegos y reflexiones cotidianas.

⁴ D. Aguilera y J. Ortiz-Revilla, “STEM vs. STEM education and student creativity: a systematic literature review”, en *Education Sciences*, en MPDI [en línea], disponible en <<https://doi.org/10.3390/educsci11070331>>, fecha de consulta: 7 de noviembre de 2022.

⁵ En “Estrategia Educación STEM para México. Visión de éxito intersectorial: cuatro ejes estratégicos”, se consensuó la siguiente definición por el grupo de trabajo: “Educación STEM es una tendencia mundial que promueve la enseñanza de la Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (por sus siglas en inglés) como pilares para el desarrollo sostenible y bienestar social”, M. Gras (coord.), C. Alí y L. Segura, *op. cit.*, p. 21.

La Educación STEM tiene al menos las siguientes características:

- + Integración de disciplinas STEM (al menos dos).
- + Los problemas y las lecciones deben estar basadas en el mundo real.
- + Las disciplinas están conectadas mediante ideas (de cada disciplina, que son transferibles, ideas *cross-disciplinares* e ideas abarcadoras).
- + Para que sea de calidad, la Educación STEM descansa sobre la sólida mediación del aprendizaje de las disciplinas que la conforman.

De ninguna manera sugiere que siempre se avance de forma integrada toda la currícula. Muchos alertan sobre el riesgo de perder procesos y conceptos de las disciplinas que son fundamentales para construir una currícula sólida STEM.⁶ Ya que se trata de un proceso integrador, otras disciplinas como la lengua, las artes, las ciencias sociales y del consumo se pueden incorporar para contextualizar problemas y generar mayor conexión en su experiencia de aprendizaje.⁷

En el estudio de Gresnight *et al.* se propuso una escala que define el tipo de integración curricular, así como las posibilidades y demandas que cada tipo supone, como se expone en el siguiente cuadro.⁸

⁶ C. Johnson, *et al.*, *English, handbook of research on STEM education*, Nueva York, Routledge, 2020, p. 5.

⁷ *Ibidem*, p. 9.

⁸ R. Gresnight, *et al.*, "Promoting science and technology in primary education: a review of integrated curricula", *Studies in Science Education*, en Taylor & Francis Online [en línea], disponible en <<https://doi.org/10.1080/03057267.2013.877694>>, fecha de consulta: 12 de noviembre de 2022; y Greca y Meneses (coords.), *Proyectos STEAM para la educación primaria. Fundamentos y aplicaciones prácticas*, Madrid, Dextra, 2018, p. 39.

Cuadro 2. Diferentes formas de integrar las asignaturas STEM en la educación primaria

Tipo	Descripción
Aislada / fragmentada	Hay asignaturas y temas distintos y separados; es una forma tradicional de enseñanza.
Conectada	Hay una conexión explícita entre las disciplinas separadas, y se relacionan de forma deliberada los temas (a pesar de ver temas semejantes en diferentes asignaturas, no se espera que el estudiantado haga las conexiones por sí mismo).
Anidada	Una habilidad o conocimiento de cierta asignatura se examina en otra; el contenido de una asignatura puede ser utilizado para enriquecer otra.
Multidisciplinar	Dos o más asignaturas están organizadas alrededor de un tópico, pero cada una preserva su identidad.
Interdisciplinar	Puede no haber referencias a las disciplinas individuales. Hay una pérdida de la perspectiva de las asignaturas y las competencias, y los conceptos se enfatizan mediante las disciplinas, más que dentro de las disciplinas.
Transdisciplinar	El currículo trasciende las asignaturas individuales y el foco está en el campo del conocimiento, tal como aparece en el mundo real.

Cuando se lleva a cabo con calidad, la Educación STEM propicia competencias transversales, en concreto: pensamiento crítico, resolución de problemas, creatividad, comunicación, colaboración, alfabetización de datos, alfabetización digital y pensamiento computacional.⁹

Propone un aprendizaje sólido de las disciplinas STEM (ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas) con su cuerpo de conocimiento y métodos para acercarse a él y resolver problemas. Es ahí donde la ciencia está muy bien colocada para funcionar como eje, pues impulsa un acercamiento progresivo al entendimiento de las grandes ideas en general, en lugar de uno en silos, mediante las **grandes ideas de la ciencia** (fuerza, energía, movimiento, etc.), las cuales son *cross-disciplinary* (razonar, hipotetizar, probar, entre otras) y abarcativas (sistemas, relaciones, cambio, etc.).¹⁰ En esta aproximación, STEM se conforma de cuerpos de conocimiento con un **valor agregado**: un aprendizaje basado en la solución de problemas que posibilita habilidades y conceptos transdisciplinares y una mirada sistémica, que son indispensables para insertarse con éxito en las sociedades del siglo XXI, como ciudadanas y ciudadanos plenos, incluyendo la capacidad de generar innovación, ser agentes de cambio e insertarse en el mundo laboral.¹¹

⁹ Global STEM Alliance, *STEM education framework*, en Global STEM Alliance [en línea], disponible en <https://www.nyas.org/media/13051/gsa_STEM_education_framework_dec2016.pdf>, fecha de consulta: 28 de agosto de 2022. A lo largo del libro se encontrarán recuadros de color. Los azules son un llamado especial para los diferentes actores involucrados en el Ecosistema STEM; el contenido de los morados se focaliza en las mujeres.

¹⁰ C. Johnson, *et al.*, *op. cit.*, p. 5.

¹¹ Global STEM Alliance, *op. cit.*

Las competencias STEM y las habilidades socioemocionales, un binomio inseparable

Diversos organismos internacionales han subrayado la importancia de focalizar la generación de ciertas competencias especialmente relevantes para participar en las sociedades del siglo **xxi**.¹² STEM contribuye al florecimiento de estas como puede observarse en las competencias que convergen en todos los marcos comparados en “Visión de éxito intersectorial...”.¹³

De manera adicional, la Educación STEM de calidad idealmente integrará de forma intencional habilidades de la **educación socioemocional**, para las que se presta especialmente, tales como brindar herramientas para generar identidades saludables; manejar las emociones y lograr metas personales y colectivas; sentir y mostrar empatía por las y los demás; establecer y mantener relaciones de apoyo, y tomar decisiones responsables.¹⁴ Con ello, no podemos argumentar o confundir que la suple o incorpora de forma integral, simplemente se presta muy bien para integrar la práctica de algunas habilidades socioemocionales.

El Colaborativo para el Aprendizaje Académico, Social y Emocional (CASEL, por sus siglas en inglés) propone un marco de competencias para el aprendizaje social y emocional (SEL, por sus siglas en inglés) en el que establece **cinco dimensiones de**

¹² M. Gras (coord.), C. Alí y L. Segura, *op. cit.*

¹³ *Ibidem*, p. 24.

¹⁴ CASEL, “Marco de SEL de CASEL: ¿cuáles son las dimensiones de competencia principales y dónde se promueven?”, en CASEL [en línea], disponible en <<https://casel.s3.us-east-2.amazonaws.com/CASEL-Wheel-Spanish.pdf>>, fecha de consulta: 22 de octubre de 2022.

competencia que han de adquirirse mediante diversas experiencias educativas formales, no formales e informales:

- + Conciencia de sí mismo(a)
- + Autogestión
- + Conciencia social
- + Habilidades de relación
- + Toma de decisiones responsables

Este marco promueve la equidad y contribuye a la adquisición de aprendizajes por medio de **asociaciones auténticas** entre la escuela, la familia y la comunidad, pues impulsa las capacidades del colectivo escolar para ser capaces de enfrentar diversas formas de inequidad y habilitar a niñas, niños, jóvenes y adultos a **cocrean entornos prósperos** en sus escuelas que, a su vez, impulsen la construcción de comunidades seguras, saludables y justas.¹⁵

En México se ha recogido y contextualizado esta visión sistémica de la educación socioemocional en la Ruta Escuela para la Educación Socioemocional.¹⁶ Con esta propuesta en forma de taller autodirigido se puede crear una visión conjunta sobre la educación socioemocional en cada escuela que nutrirá la Educación STEM y viceversa.

A continuación, ofrecemos cinco conceptos esenciales consensuados en “Visión de éxito intersectorial de los cuatro ejes estratégicos” que permean el presente documento; se han actualizado y precisado a partir de este.

¹⁵ *Ibidem*.

¹⁶ M. Gras (coord.), C. Chao Rebolledo y G. Salgado, *Ruta-Escuela para la educación socioemocional*, Ciudad de México, CCE-Talento Aplicado, 2021.

Conceptos esenciales para un aprendizaje STEM integrado¹⁷

Educación STEM

- + No se aboga por la integración total del currículo: el aprendizaje sólido pautado, intencionado y no siempre integrado por habilidades centrales debe ocurrir escalonadamente.
- + Hay integración de disciplinas STEM.
- + Los problemas y las lecciones STEM deben estar basadas en el mundo real.
- + Las disciplinas STEM están conectadas mediante ideas.

Desarrollo (culturalmente) sostenible

El desarrollo sostenible se ha definido como aquel capaz de satisfacer las necesidades del presente **sin comprometer** la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades. Deberá contar con viabilidad “social, económica, ecológica, espacial y cultural”.¹⁸ Para lograrlo, se requiere de “esfuerzos concentrados en construir un futuro inclusivo, sostenible y resiliente para todas las personas y el planeta”, así como “armonizar el crecimiento económico, la inclusión social y la protección del medioambiente [...] que están interrelacionados y son esenciales para el bienestar de las personas y las sociedades”.¹⁹

Con **desarrollo culturalmente sostenible** resaltamos la importancia de involucrar a los diferentes actores sociales de una comunidad como agentes de cambio que comprometen acciones relevantes para su entorno y cultura, las cuales surgen de ellas

¹⁷ Adaptado de M. Gras (coord.), C. Alí y L. Segura, L., *op. cit.*, p. 21.

¹⁸ I. Sachs, “Ecodesarrollo. Concepto, aplicación, implicaciones”, en *Comercio Exterior* [en línea], disponible en <<http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/421/6/RCE6.pdf>>, fecha de consulta: 22 de octubre de 2022.

¹⁹ ONU, “Objetivos de Desarrollo Sostenible”, en ONU [en línea], disponible en <<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>>, fecha de consulta: 7 de octubre de 2022.

y ellos mismos, y son trascendentes por haberse incluso convertido en su identidad. Se enfatiza la necesidad de integrar en STEM los siguientes principios, en especial porque esta estrategia para México tiene un componente fuerte de **inclusión y equidad**.

- + Satisfacción de las necesidades básicas
- + Solidaridad con las generaciones futuras
- + Participación de la población involucrada
- + Preservación de los recursos naturales y el medio en general
- + Creación de un sistema social que garantice el empleo, la seguridad social y el respeto por otras culturas
- + Programas de educación que generen conciencia y sensibilidad hacia el cuidado y la previsión de la vida en el planeta, y la defensa de la autonomía de los países periféricos respecto a los países que concentran el poder del capital, para garantizar su progreso

Destacamos que no alcanza con adaptar la estrategia educativa, sino que hace falta **repensarla y recrearla**.

Inclusión

Involucra la formación de acciones y prácticas de atención y servicio a la sociedad que tienen en cuenta el valor de la diversidad humana y sustentan un sentido de identidad que descansa en su integración al colectivo social al que pertenece. De acuerdo con esto, cada ser humano —independientemente de su condición física, étnica o social— tiene un gran potencial de aporte a la sociedad y merece respeto. La visión del ODS 4 de la educación inclusiva abarca a todas y todos los niños, jóvenes y adultos. La Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad en 2006 garantizó el derecho a la educación inclusiva “sin discriminación y sobre la base de igualdad de oportunidades, en todos los niveles del sistema educativo, así como la enseñanza a lo largo de la vida”. Y, según la UNESCO (2009), la educación inclusiva tiene un alcance más amplio, pues es considerada como un

proceso que tiene debidamente en cuenta la **diversidad de las necesidades** de todas y todos los niños, jóvenes y adultos, con la finalidad de eliminar las **barreras** que les impiden contar con el **derecho a la educación** y reducir la brecha de desigualdad social que se ha agudizado con la expansión de la economía global en los países del orbe. La inclusión educativa implica la exploración de nuevas estrategias y métodos de enseñanza para atender las necesidades educativas de todas y todos los estudiantes, sin excepción.

Se propone un enfoque con perspectiva de género y foco en niñas y mujeres, que pueden presentar rezagos en el acceso, permanencia y conclusión de su trayectoria educativa en América Latina y el Caribe.

Equidad

En materia educativa significa hacer efectivo para todos el derecho humano fundamental a la **educación** en a) el acceso, b) los recursos y la calidad de los procesos educativos y c) el logro de los aprendizajes. Este derecho se cumple al atender de manera consecuente lo necesario para equilibrar los efectos negativos de las circunstancias que han determinado la desigualdad social estructural, y privilegian a una minoría en detrimento de la participación de beneficios sociales de las mayorías.

Ciudadanía plena

De acuerdo con la Constitución mexicana, son las mexicanas y los mexicanos que gozan de **todos sus derechos** quienes pueden contribuir en la configuración de un mundo más solidario, pacífico, tolerante, seguro y sostenible. Este perfil deseable podrá conformarse con una nueva estrategia educativa que permita plasmar en la actuación social los valores aludidos, las actitudes

y los comportamientos consecuentes que constituyen la base de una ciudadanía mundial responsable. Destaca aquí el fomento de actitudes y atributos basados en valores cívico-políticos con orientación democrática que atiendan el compromiso por construir condiciones hacia el bienestar común. Esto implica vivificar la capacidad de dialogar de forma crítica, y de propiciar iniciativas de creatividad, innovación y compromiso en favor de la paz, del respeto a los derechos humanos y del desarrollo sostenible, para participar en la construcción de una sociedad más justa.

Es esencial el compromiso de “ser capaz de colaborar con otras y otros atendiendo desafíos compartidos, o para aprovechar las oportunidades que ofrecen”,²⁰ para transformar las circunstancias que obstaculizan el florecimiento de una sociedad más justa. Esto significa promover la formación de personas que pasan de consumir bienes y servicios que atañen solo a su bienestar individual, a transformar su propio contexto en beneficio de todas las formas de vida en el planeta.

Gozar de ciudadanía plena implica necesariamente contar con los **valores**, las **competencias** y las **responsabilidades sociales** fundamentales para participar activamente en los cambios que requieren las sociedades del siglo xxi. Para garantizar la formación en estos atributos se tendrían que eliminar las barreras de la desigualdad que minan esta posibilidad.



²⁰ F. Reimers et al., *Empoderando a ciudadanos globales. El curso mundial*, s.p.i., en ResearchGate [en línea], disponible en <https://www.researchgate.net/profile/Fernando_Reimers/publication/326424011_Empoderando_a_Ciudadanos_Globales_El_Curso_Mundial/links/5b4cbf7a45851507a7a5a54c/Empoderando-a-Ciudadanos-Globales-El-Curso-Mundial.pdf>, fecha de consulta: 22 de octubre de 2022.

La urgencia y los beneficios de instaurar la Educación STEM

Son muchas las razones por las que una Educación STEM es de suma relevancia en el siglo XXI, incluso nos atrevemos a decir, de urgencia. El **pensamiento y la comprensión científica** son esenciales para poder navegar en el mundo actual. Necesitamos practicarlos en la cotidianidad, pues son componentes de una sociedad democrática funcional. Además, la ciencia también es crucial para, a futuro, lograr una fuerza laboral adecuada para las demandas de nuestro tiempo.

Como se describió ampliamente en “Visión de éxito intersectorial de los cuatro ejes estratégicos”, a este argumento se suma que el World Economic Forum (Foro Económico Mundial) alerta sobre los riesgos globales en el corto, mediano y largo plazo, tales como eventos climáticos extremos, la falla de la seguridad cibernética, la disparidad en el acceso a internet, la pérdida de biodiversidad, el colapso de la infraestructura de tecnología e información, la negación de la ciencia, algunos incluso poniendo en riesgo el bienestar de millones de personas y la supervivencia de la misma humanidad.²¹ Riesgos y retos sumamente complejos, multicausales y que requerirán de soluciones transdisciplinarias, además de mucho consenso, colaboración, acciones en diferentes niveles de la vida social y educativa mexicana y, sin duda, de una capacidad de análisis y acciones sistémicas.

En el Informe Brundtland, publicado en 1984, también conocido como Nuestro Futuro Común, quizá las palabras más destacables sean **futuro, prosperidad, justicia y seguridad**. Se

²¹ World Economic Forum, Marsh McLennan, sk Group and Zurich Insurance Group, *The global risks report 2021*, en World Economic Forum [en línea], disponible en http://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Risks_Report_2021.pdf, fecha de consulta: 22 de octubre de 2022.

suma, a 38 años de su publicación, el informe recién publicado del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) que nos dice que los cambios recientes en el clima son generalizados, rápidos, se están intensificando y no tienen precedentes en miles de años; que, a menos que se produzcan reducciones inmediatas, ágiles y a gran escala de las emisiones de gases de efecto invernadero, limitar el calentamiento a 1.5 °C será imposible; que el cambio climático ya está afectando a todas las regiones de la Tierra de múltiples formas; que los cambios que experimentamos aumentarán con un mayor calentamiento. Es claro que necesitamos innovación para la resolución de los desafíos actuales y futuros; se requieren matemáticas humanizadas para las soluciones tecnológicas; necesitamos economistas que entiendan que en la naturaleza existen servicios invaluableles por su importancia, profesionales de la demografía que quieran participar en la instauración de medidas de adaptación al cambio climático; y, muy especialmente, se requiere de la colaboración con redes de personas dedicadas a la educación, implantación, políticas públicas, ciencia y tecnología, porque es así como se han podido resolver algunos de los más grandes retos de la humanidad.

Como generación, como grupo etario, a las niñas y a los niños que actualmente cursan el preescolar y la primaria les tocará enfrentar y, en el mejor de los casos, ejecutar para disminuir los impactos negativos de los desafíos globales más importantes, como la crisis de la biodiversidad, la desaparición de especies, problemas asociados con el cambio climático, seguridad alimentaria o acidificación del mar.

Todo ello hace pensar que el paradigma educativo debe dar un vuelco de 180 grados, ya que **siempre se ha dado dentro de cuatro paredes**; sin conexión con el mundo natural; organizado completamente por disciplinas separadas que jamás o muy pocas veces convergen; que pretende que se aprenda sin

contexto; que favorece el aprendizaje individualista; que supone que las niñas y niños aprenden porque se les explica en voz alta y se les muestra sin poder probar, manipular, hacerse preguntas relevantes y comprobar sus hipótesis; ese mismo que ni siquiera contempla la realidad de las y los estudiantes ni las competencias de agencia de cambio como parte esencial del crecimiento de ciudadanas y ciudadanos plenos.

Sin perder la visión de mediano y largo plazo, con los retos enormes que nos presenta el cambio climático y que cada día son más palpables, la covid-19 llegó como una variable con implicaciones disruptivas profundas que ha dejado a millones de niñas y niños sin la posibilidad de asistir a la escuela o de germinar competencias clave para su etapa de desarrollo. La inequidad y exclusión se vuelven insoportables, y se torna necesario reconocer que la educación debe cumplir sus fines, hoy más que nunca. En palabras del pensador Alfonso Gramsci: “El retraso de la escuela debe ser diagnosticado en razón de su no adecuación a la vida”;²² su pensamiento se opone a un saber enciclopédico, ahora del “internet enciclopédico”, como adquisición de nociones inconexas.

También existe una necesidad crítica por una sociedad con dominio de STEM por razones **personales, económicas, democráticas** y **culturales**, y, añadiremos, de supervivencia.²³ Según Balka, este dominio es “la capacidad de identificar, aplicar e integrar conceptos de la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas para entender problemas complejos e innovar para resolverlos. Para lograrlo, se inicia acercando a las y los estudiantes la oportunidad de definir las partes que lo componen y las relaciones entre estas”.²⁴ Por ello la importancia de una formación sólida en las disciplinas que componen STEM. Así, podrá lograrse una

²² G. Betti, *Escuela, educación y pedagogía en Gramsci*, Barcelona, Martínez Roca, 1981.

²³ C. Johnson et al., *op. cit.*, p. 35.

²⁴ *Ibidem*, p. 34 [traducción propia].

ciudadanía plena, desde el pensamiento crítico, preparando a las niñas y niños a integrarse de manera informada y activa en sus sociedades, capaces de entender, por ejemplo, cómo funcionan las hipotecas, qué efectos tienen nuestros hábitos de consumo, qué es el cambio climático y cuál es el efecto de la variable humana en este, entre otros muchos más temas de gran relevancia para poder participar activamente en las sociedades modernas y ser capaces de tomar decisiones fundamentadas.²⁵ En este sentido, debemos asegurar que todas las niñas y los niños tengan posibilidad de involucrarse en oportunidades variadas relacionadas con STEM, de distinta duración y de foco diverso. La buena noticia es que se puede aprender en la escuela y en otros ámbitos no formales e informales, y que cada vez hay más profesionales de la educación buscando cambiar el paradigma desde su contexto.

Son muchas las razones por las que es necesario impulsar una Educación STEM de calidad. Esta es indispensable para impactar en los cuatro ejes estratégicos que son examinados a profundidad con un ejemplo de integración en el capítulo “Pedagogía y enfoques”, y que por ahora solo mencionamos: a) Agenda 2030, b) desarrollo de la fuerza laboral en la Cuarta Revolución Industrial-Tecnológica, c) innovación y emprendimiento, d) inclusión.²⁶



²⁵ *Ibidem*, p. 35.

²⁶ También hay un desarrollo amplio de ellos en “Visión de éxito intersectorial: cuatro ejes estratégicos”, *op. cit.*, p. 14.

STEM y la inclusión con perspectiva de género y foco en niñas y mujeres

Abre oportunidades para que las niñas y adolescentes generen habilidades transferibles (aquellas con las que puedan adaptarse a diversos contextos de la vida y que las personas puedan potencialmente transferir a diferentes entornos sociales, culturales o laborales), para cumplir con las demandas del mercado laboral y el emprendimiento. Además, las alienta a pensar como innovadoras, y contribuye a su formación en lengua y aritmética.

Actualmente, los sectores de empleo tradicionales están disminuyendo; la innovación permite nuevos empleos que exigen habilidades diferentes. Sin habilidades STEM como pensamiento crítico, resolución de problemas y habilidades digitales, entre otras, las niñas y mujeres quedarán atrás en la participación económica y social.

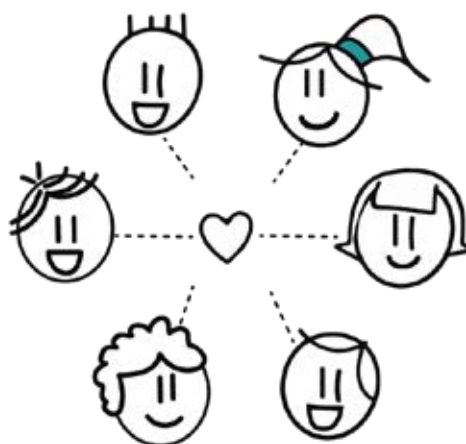
Sin STEM pueden aumentar los empleos informales sin seguridad social, y la dependencia económica y pobreza de las mujeres, lo que afecta diversas áreas de sus vidas y las deja expuestas a múltiples tipos de violencias.²⁷

Estos cuatro ejes estratégicos tienen relación estrecha con la Educación STEM, en tanto que dependen de una ejecución de esta de calidad y una cultura basada en sus principios para poder contar con ciudadanas y ciudadanos involucrados que generan las competencias más básicas y fundamentales desde **antes de**

²⁷ UNICEF, ITU, *Towards an equal future: Reimagining girls' education through STEM*, en Nueva York, UNICEF, ITU, 2020 [en línea], disponible en <<https://www.unicef.org/media/84046/file/Reimagininggirlseducationthroughstem2020.pdf>>, fecha de consulta: 23 de noviembre de 2022.

los doce años. Así, podrán seguir construyendo conocimientos, habilidades y actitudes especializadas, y en su caso avanzadas, a lo largo de su trayectoria educativa y profesional, con las que ejerzan una **ciudadanía plena**, sean actores de la **transformación sostenible** de su entorno y se inserten en el **mercado laboral**.

Es de suma importancia empezar temprano y continuar durante toda la trayectoria escolar, y a lo largo de toda la vida. En palabras de la investigadora finlandesa Jenni Vartiainen: “si queremos fomentar de forma efectiva el interés de las niñas y niños en la ciencia debemos introducir la ciencia en edades tempranas”.²⁸



²⁸ Traducción propia. Podrán encontrarse videos y artículos en los que Jenni Vartiainen ahonda en esta idea en la página *Kide Science*, Helsinki, Finlandia, en *Kide Science* [en línea], disponible en <<https://www.kidescience.com/en/>>, fecha de consulta: 2 de octubre de 2022.

Territorios STEM, ecosistemas de innovación educativa para transformar el aprendizaje

De acuerdo con CEPAL, UNICEF, UNESCO y el Ministerio de Asuntos Exteriores de Noruega en 2021, frente a la “Educación en América Latina y el Caribe: la crisis prolongada como una oportunidad de reestructuración”,²⁹ es necesario transformar la educación con **esfuerzos intersectoriales**, mediante la vinculación de la oferta formativa con otras políticas de inclusión social y recuperación económica. El pronunciamiento abre la oportunidad de formular en los países de América Latina y el Caribe estrategias e iniciativas que articulen a los actores del sistema educativo y fomenten la participación de todos los sectores de la sociedad desde sus perspectivas. Solo así, con amplitud de miradas y capacidad de construcción colaborativa que apunte a un **impacto colectivo y sostenible**, es posible la transformación educativa.

STEM representa un innovador y poderoso mecanismo para impulsar dichas transformaciones, pues, además de aportar una visión integradora del aprendizaje basado en la experiencia y el contexto, se orienta hacia el desarrollo de las habilidades y competencias del siglo XXI.

Por su parte, los Territorios STEM son iniciativas de impacto colectivo creadas para impulsar la Educación STEM en una jurisdicción territorial específica (local, regional o nacional), y que

²⁹ CEPAL, UNICEF, UNESCO, Ministerio de Asuntos Exteriores de Noruega, Primer Seminario Regional de Desarrollo Social, “Educación en América Latina y el Caribe: la crisis prolongada como una oportunidad de reestructuración”, en CEPAL [en línea], disponible en «chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/version_final_presentacion_se_educacion_13-10-2021_0.pdf», fecha de consulta: 2 de octubre de 2022.

involucran a actores y organizaciones que trabajan de manera coordinada (estructura de gobernanza), para cumplir objetivos comunes. Estas iniciativas deben propender a la construcción de comunidades y territorios sostenibles, por medio de un ejercicio de intercambio y articulación de conocimientos, capacidades y acciones de todos los sectores de la sociedad, directa e indirectamente vinculados con la innovación educativa. Participar en una iniciativa de Territorio STEM supone un diálogo dinámico y constructivo con las comunidades para **idear, consensuar y llevar a la práctica** el ejercicio de muchas mentes y manos para hacer avanzar una “Educación STEM para la innovación social, que aporte al desarrollo integral y sostenible de comunidad y territorio”.³⁰ Subyace a esto la idea de interdependencia entre escuela-comunidad-territorio, sencilla, pero retadora de ejecutar.

Para conformar una agenda de Territorio STEM, es indispensable una comprensión sistémica de los retos educativos más relevantes del contexto territorial, que podrían ser resueltos parcial o totalmente con el enfoque STEM. Asimismo, es importante conocer y vincular a quienes trabajan, promueven o se interesan en proyectos, programas y políticas orientadas a las áreas y el enfoque STEM. La construcción de la agenda implicará a partir de lo señalado un proceso de articulación y gestión con un detallado levantamiento de información, sistematización de evidencias y visibilización de aportes e interacciones de los actores de un ámbito geográfico. La información permite descubrir oportunidades para desarrollar sinergias, procesos conjuntos de construcción, transferencia de conocimientos, además de hacer más eficiente el manejo de recursos, tiempo y aportes a la agenda del territorio común.

³⁰ Ministerio de Educación Nacional y Parque Científico de Innovación Social, *STEM+ Guía Metodológica para la conformación de Territorios STEM+*, Bogotá, 2022.

Desarrollo integral de territorio y ciudadanía

La perspectiva intersectorial en procesos ecosistémicos de transformación en los territorios se basa en la comprensión sistémica que tiene la educación con el crecimiento de los demás ámbitos de una sociedad, como el cultural, tecnológico, comunitario, social, ambiental, industrial, productivo, entre otros. Las interrelaciones se fundamentan en el **acompañamiento, protección y formación** de las y los ciudadanos que se despliegan desde diferentes instituciones y que, a lo largo de su vida, les permiten construir conocimientos, habilidades, actitudes y referentes de interacción con las y los demás para el goce de derechos y la participación efectiva en la sociedad, de acuerdo con los proyectos de vida individuales y las proyecciones de bienestar comunitario.

En este sentido, el desarrollo territorial integral y de la ciudadanía, tanto local como global, implica considerar el derecho a la educación como un eje de **transformación colectiva**, teniendo en cuenta que, al promover el florecimiento de la personalidad y de las potencialidades de las personas a nivel físico, psicológico, intelectual, social, afectivo, ético y cívico, se fortalece a las comunidades para trascender y convertir problemáticas o necesidades en oportunidades de articulación sistemática e intencionada para impulsar innovaciones y mejoras de impacto.

Esta relación entre lo individual y colectivo configura la pertinencia de los Territorios STEM como una estrategia y modelo para dinamizar la participación de actores y organizaciones regionales e internacionales, como las que se reúnen en la Red STEM Latinoamérica (impulsada y coordinada por la Fundación Internacional Siemens Stiftung). En el II Encuentro de la Red STEM Latinoamérica (encuentroredstemlatam.org), se informó que las más de 180 instituciones aliadas de catorce países de la región convergen en la necesidad de innovar en educación desde la perspectiva STEM, siempre en coordinación con la comunidad.

Esto supone analizar el contexto territorial desde diversas perspectivas, examinar problemáticas de interés público, aunar esfuerzos e impulsar iniciativas que aporten a la cadena educativa desde la primera infancia.

En este sentido, los Territorios STEM, en tanto ecosistemas, se constituyen por un grupo de actores de un espacio geográfico específico que deciden articularse para dar respuesta a problemas comunes mediante el impulso de una mejor educación en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas; la creación de las competencias necesarias para el siglo XXI; y el fortalecimiento de la formación integral de la ciudadanía para el desarrollo social, para responder a los desafíos planteados por los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU. Por tal motivo, la Fundación Internacional Siemens Stiftung pone el énfasis en la importancia de “aliarse, compartir, transferir y hacer parte a las y los demás con total transparencia para incidir en el sistema educativo, reconociendo que las alianzas proponen desafíos sistémicos que requieren de esfuerzos interdisciplinarios e intersectoriales, lo que conlleva la unión de ideas, capacidades de acción y redes para lograr el impacto colectivo”.³¹

Según STEM Learning Ecosystems, un Ecosistema STEM local engloba escuelas e iniciativas comunitarias tales como programas *afterschool* y de verano, institutos de ciencia y tecnología, museos, experiencias informales en casa, además de una multitud de espacios que juntos conforman una gama de oportunidades de aprendizaje para niñas, niños y jóvenes. Un ecosistema de este tipo moviliza las contribuciones únicas inspiradas en diversos ambientes educativos para contribuir, mediante aprendizajes STEM, a que niñas, niños y jóvenes alcancen su potencial a lo largo de sus vidas.

³¹ *Idem.*

Figura 1. Condiciones y características para formar un Territorio STEM³²



³² De acuerdo con la información proporcionada por la Fundación Internacional Siemens Stiftung.

La Educación STEM y la Nueva Escuela Mexicana

Si se reflexiona profundamente sobre la estrategia por Territorios STEM, la Escuela Mexicana necesita crear formas más ágiles de vincularse con las demás escuelas de la comunidad o territorio en el que se encuentra y que conforman la trayectoria educativa de las niñas y los niños, y, además, con otros aliados más allá del sistema educativo. Debe concebirse dentro de un ecosistema dinámico y ágil en pos del aprendizaje y adquisición de competencias del siglo **xxi** de todo el estudiantado.

El anhelo de proveer una educación como la descrita con anterioridad tiene consonancia a partir de las modificaciones constitucionales hechas al artículo tercero en 2019 en México, donde se establece que:

Los planes y programas de estudio tendrán perspectiva de género y una orientación integral por lo que se incluirá el conocimiento de las ciencias y humanidades, la enseñanza de las matemáticas, la lecto-escritura, la literacidad, la historia, la geografía, el civismo, la filosofía, la tecnología, la innovación, las lenguas indígenas de nuestro país, las lenguas extranjeras, la educación física, el deporte, las artes, en especial la música, la promoción de estilos de vida saludables, la educación sexual y reproductiva y el cuidado del medio ambiente, entre otras. [...] Las maestras y los maestros son agentes fundamentales del proceso educativo y, por lo tanto, se reconoce su contribución a la transformación social. Tendrán derecho a un sistema integral de formación, de capacitación y

actualización retroalimentado por evaluaciones diagnósticas, para cumplir los objetivos y propósitos del Sistema Educativo Nacional.³³

De este modo, la Escuela Mexicana garantiza el derecho de las niñas, niños, adolescentes y jóvenes a una educación integral que les forme en conocimientos y habilidades básicas para la vida. En concordancia, la Estrategia Nacional de Formación Continua (ENFC), publicada por la Secretaría de Educación Pública en 2022, reconoce que:

La labor de las maestras y los maestros es primordial para la transformación social. Su revalorización, desde el reconocimiento como profesionales de la educación y agentes fundamentales del proceso educativo, requiere el fortalecimiento de la formación continua. Para ello, es necesario considerar que la práctica educativa de personal con funciones docentes, de técnico docente, de dirección, de supervisión, de asesoría técnica-pedagógica y de tutoría de Educación Básica, se configura de manera compleja a partir de los saberes y experiencias construidos a lo largo de su trayectoria, en las relaciones y dinámicas del aula, la escuela, la comunidad, en diferentes entornos y espacios de colaboración, desde donde contribuyen al desarrollo integral de niñas, niños y adolescentes.³⁴

³³ México, Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, *Diario Oficial de la Federación* [en línea], 15 de mayo de 2019, disponible en <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/dof/CPEUM_ref_237_15may19.pdf>, fecha de consulta: 1 de febrero de 2023.

³⁴ SEP, "Estrategia Nacional de Formación Continua", en SEP [en línea], disponible en <https://dgfcdd.sep.gob.mx/multimedia/2022/Docs/ENFC_2022.pdf>, fecha de consulta: 10 de octubre de 2022.

La práctica docente es compleja e involucra saberes, habilidades, situaciones y disposiciones socialmente condicionadas, intersubjetivas y dependientes de la cultura escolar, el contexto institucional y el desarrollo profesional con el que las y los docentes afrontan las situaciones de enseñanza, la gestión de la escuela, la participación comunitaria y sus propios procesos formativos. En el marco de esa concepción, desde la ENFC para docentes y personal directivo en servicio se promueve en ellas y ellos una actitud de exploración e indagación sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje, en la que se asume que, para transformar y mejorar su práctica en las diferentes funciones, y contribuir a su crecimiento profesional, el quehacer en las aulas y escuelas es el centro de la reflexión y que ellas y ellos son profesionales con experiencias y saberes generados en sus propias trayectorias laborales y educativas.³⁵

Cuando se piensa en implantar la Educación STEM, lo primero que viene a la mente son los materiales costosos y la tecnología inasequible. Si bien es importante que el estudiantado cuente con algunos materiales sencillos que hagan su aprendizaje más concreto y lo más real posible con consideraciones de seguridad, hay aspectos más relevantes a tener en cuenta. Empieza con algo más primordial y sin costo: una metodología activa que parte de preguntas relevantes, interesantes y que dan pie a una verdadera indagación. Para ello, dicha indagación debe estar vinculada con los intereses de las y los estudiantes, con problemas y situaciones de su familia y comunidad o con sus expectativas de aprendizaje más allá de la currícula. Implementar significa poner en funcionamiento, o bien, aplicar métodos, medidas, o estrategias para llevar a cabo una acción.

³⁵ Cochran-Smith y Lytle, s. f., citado en L. Vezub, "Hacia una pedagogía del desarrollo profesional docente: modelos de formación continua y necesidades formativas de los profesores", en *Páginas de Educación* [en línea], disponible en http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-74682013000100006&lng=es&tlng=es, fecha de consulta: 10 de octubre de 2022; SEP, Estrategia Nacional de Formación Continua, 2022, op. cit.

En este documento, reflexionamos acerca de algunos aspectos generales para la implementación en preescolar y primaria y las edades de 3 a 12 años. Las niñas y los niños en edad preescolar (entre los 3 y 6 años) atraviesan por una etapa de crecimiento en la que inicia el proceso de socialización, la construcción de identidades, del lenguaje oral, corporal, gráfico y escrito, de manera paralela a la formación de habilidades que promueven el interés por aprender y las capacidades de pensamiento que constituyen la base del aprendizaje para participar en las diversas situaciones familiares, escolares y sociales.³⁶ Dada la naturaleza del pensamiento en estas edades, en la práctica, las y los educadores trabajan con enfoques integradores muy vinculados con los enfoques STEM, pues enlazan las experiencias de aprendizaje con la exploración de la naturaleza, el pensamiento matemático, el desarrollo del arte, la lengua y la formación socioemocional.

Por ello —y sobre todo para la puesta en marcha de la Educación STEM en la educación primaria—, en *Visión STEM para México*, publicado en 2019, se acota que, para hacerla realidad en la Escuela Mexicana, es imprescindible, en primer lugar, transformar la pedagogía que se lleva a cabo en el salón de clases y, en segundo lugar, trabajar de manera sistemática en la formación del sector docente para brindarles mejores herramientas pedagógicas y competencias disciplinares STEM específicas que permitan mejorar su labor educativa y habilitarles con competencias profesionales para implantar este enfoque en la enseñanza.³⁷

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

³⁶ UNESCO, “Foro Consultivo Internacional. Enseñanza de ciencias con enfoque de género”, en UNESCO [en línea], disponible en <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000260750?posInSet=1&queryId=N->>, fecha de consulta: 15 de noviembre de 2022.

³⁷ Alianza para la promoción de STEM (Appstem), en *Visión STEM para México* [en línea], disponible en <<https://www.movimientostem.org/wp-content/uploads/2021/01/Vision-STEM-para-Mexico.pdf>>, fecha de consulta: 22 de octubre de 2022.

retos cotidianos para el estudiantado.³⁸ Este hecho es esencial en un momento en el cual la humanidad enfrenta desafíos globales. Dado que los problemas reales requieren de un tratamiento y enfoque multidisciplinar y transdisciplinar, debe reflexionarse acerca de las implicaciones para la enseñanza al llevar a cabo dicha integración.

A partir de la publicación de los planes y programas de estudio 2022 —que dan sustento al proyecto educativo de la Nueva Escuela Mexicana— se alinea esa visión con lo publicado en el Diario Oficial de la Federación que establece el Plan de Estudio 2022, donde se describen los ámbitos y ejes articuladores que sirven de base para el establecimiento de campos formativos, lo que, a su vez, conducen a diálogos y proyectos académicos en tres niveles: proyectos de aula, proyectos escolares y proyectos comunitarios.³⁹

Los ámbitos de formación son lenguajes, saberes y pensamiento científico; ética, naturaleza y sociedad; de lo humano y lo comunitario; pedagogía, didáctica, saberes y experiencias; liderazgo educativo y acompañamiento. Los ejes articuladores son inclusión, pensamiento crítico, interculturalidad crítica, igualdad de género, vida saludable, la lectura y la escritura en el acercamiento a las culturas, así como artes y experiencias estéticas.

A partir de esta perspectiva, es posible alinear los anhelos de la Educación STEM, desde el aula, con una formación pertinente que promueva y facilite la ejecución de proyectos integradores con foco en los problemas de la escuela y comunidad. A nivel macro, es viable la actualización de la currícula nacional basada en evidencia, que logre, al menos, momentos de integración de las disciplinas STEM; que replantee una educación para

³⁸ *Idem.*

³⁹ Diario Oficial de la Federación. Acuerdo número 14/08/22 por el que se establece el Plan de Estudio para la educación preescolar, primaria y secundaria. Publicado el 18 de agosto de 2022.

la **sustentabilidad** más efectiva y contextualizada; la integración de **robótica** y de nociones y estrategias sobre **inteligencia artificial**, así como la asignación de recursos específicos para la compra de **materiales estratégicos** en cada nivel educativo, de forma autónoma por cada escuela.

De acuerdo con el Modelo Laser del Smithsonian Science Education Center —originalmente planteado para la enseñanza indagatoria de la ciencia—, una ejecución exitosa de STEM requiere de una visión sistémica y los siguientes elementos: *“conocimiento y mejores prácticas basadas en evidencia, curriculum basado en la indagación, y con metodologías integradoras (énfasis del autor); desarrollo profesional; materiales de apoyo; apoyo administrativo y de la comunidad; evaluaciones formativas y sumativas apropiadas.* Este modelo ha sido implementado y evaluado, derivando en mejores logros de aprendizaje”.⁴⁰



⁴⁰ Smithsonian Science Education Center, The LASER Model, en SSEC [en línea], disponible en <<https://ssec.si.edu/laser-model>>, fecha de consulta: 23 de octubre de 2022.

Figura 2. Modelo LASER de implantación sistémica de STEM⁴¹



La pregunta es “¿las escuelas podrán?”, y, quizás, un mejor planteamiento es “¿lo lograremos como sociedad?”. Resulta retador, sí, y parece solo viable si se conforman ecosistemas o territorios que hagan posible y agilicen el acceso a más oportunidades, en la escuela y más allá de esta. Pero la invitación es a **no esperar hasta tener todas las condiciones ideales**, porque se puede empezar con las que se tiene hoy y construir en el camino. La urgencia en dotar de competencias suficientes a las y los ciudadanos del futuro para enfrentar los retos tecnológicos, de salud y medioambientales es demasiada para hacerlo de otro modo.

⁴¹ Traducido de *idem*.

PEDAGOGÍA Y ENFOQUES*

La clave para involucrar a personas jóvenes y diversas en STEM es una práctica pedagógica innovadora que demuestra sensibilidad y respuesta a las necesidades de las personas jóvenes y sus comunidades.

Angela Fitzgerald, Carole Haeusler y Linda Pfeiffer
(investigadoras y académicas)

* Autora: Marlene Gras

Pedagogía STEM para todos los niveles

La Educación STEM es **profundamente constructivista**, les otorga a ustedes como docentes la función de facilitación y asesoría, y, a su vez, adquieren competencias durante el proceso de aprendizaje de sus estudiantes. Es imposible dominar las cuatro disciplinas, pero se requiere una mente abierta y curiosa para aprender y acercarse a otras y otros especialistas o docentes colegas con el fin de enriquecer el proceso de las y los estudiantes.

Los programas de Educación STEM, bien integrados, se valen de **pedagogías activas** centradas en el estudiantado, en aprendizajes basados en problemas y en aprendizajes basados en proyectos. Se andamian con situaciones reales para construir un contexto instruccional con el que se apliquen el conocimiento, las habilidades y actitudes desde diferentes disciplinas.⁴² De manera frecuente, se echa mano también del aprendizaje vivencial y *hands-on*, con el cual se construyen prototipos. El uso de laboratorios es deseable, pero dan un giro al incorporarse como espacios *maker* en preescolar, primaria y secundaria, con la posibilidad de integrar estaciones más tradicionales para experimentos de química, por ejemplo, y *FabLabs* (acrónimo del inglés *Fabrication Laboratory*, laboratorio de fabricación) en el ciclo superior de la educación secundaria (media superior) y educación superior; en estos últimos casos, se mantienen los laboratorios especializados, como en educación técnica y universidades. Se puede recurrir a las tradicionales prácticas de laboratorio y ponencias, pero en mucho menor porcentaje de tiempo.

⁴² N. H. Kang, "A review of the effect of integrated STEM or STEAM (science, technology, engineering, arts, and mathematics) education in South Korea", en *Asia-Pacific Science Education* [en línea], disponible en <<https://doi.org/10.1186/s41029-019-0034-y>>, fecha de consulta: 1 de octubre de 2022.

También se reconoce que hay pedagogías, en concreto, que son base o habilitan mejor el trabajo en la Educación STEM por ser integradoras; y hay otras que ponen el énfasis en un aspecto de las competencias STEM.

- + La indagación y el aprendizaje indagatorio de la ciencia son su base fundacional; sin ellas no hay STEM. La primera es una actividad multifacética que implica hacer observaciones; elaborar preguntas; examinar libros y otras fuentes de consulta para conocer el acervo científico que se ha construido a lo largo de la historia de la humanidad; 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. Esta labor requiere identificar supuestos, el uso del pensamiento lógico y crítico, así como la consideración de explicaciones alternativas.⁴³ En la enseñanza indagatoria de la ciencia se ha utilizado en muchos casos el modelo instruccional de las 5E.

Sin embargo, solo la indagación o la enseñanza indagatoria de la ciencia no alcanzan para considerarse Educación STEM, porque, si bien se generan y comprueban hipótesis, no siempre hay resolución de problemas complejos e interdisciplinarios, ni se usan ideas y conceptos interdisciplinarios y abarcadores.

- + El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es crítico. Se trata de un acercamiento instruccional centrado en el estudiantado, quienes investigan y encuentran soluciones viables e innovadoras a un problema complejo —una de las habilidades más importantes del siglo xxi—, mediante el uso y la adquisición de conocimientos y habilidades de diferentes disciplinas.⁴⁴ Se efectúa en equipos, aunque hay espacios para la investigación, el trabajo y la reflexión individuales.

⁴³ Alianza para la promoción de STEM, *op. cit.*

⁴⁴ C. Johnson et al., *op. cit.*, p. 10.

Es importante acotar que, los conceptos *aprendizaje basado en proyectos* y *aprendizaje basado en retos* se han utilizado indistintamente y esto ha provocado confusiones metodológicas y de resultados.⁴⁵

De acuerdo con PBLWorks, para que el ABP sea de calidad, debe tener los siguientes atributos: pregunta detonante, autenticidad, indagar sostenidamente, voz y elección de las y los estudiantes, reflexión, crítica y revisión, y exhibición de producto al público. Además, es profundamente incluyente, se enfoca en el proceso, pues justamente se creó para suscitar el desarrollo y la movilización de competencias y el aprendizaje profundo.⁴⁶

Como propusieron Arteaga y Gras en 2018,⁴⁷ en su trabajo con programas de educación no formal en primarias y en bachilleratos técnicos, la integración de los ODS a una pregunta detonante —la cual es estimuladora del proyecto y de ella dependen en gran medida la profundidad con la que este se atiende y su alineación con los objetivos de aprendizaje que se desean afrontar— facilita la concepción de un problema complejo, pues todos los retos planteados por los ODS lo son. Por un lado, dirige de manera natural la puesta en marcha de soluciones hacia la visión STEM para México y, por otro lado, dotan de un profundo sentido de agencia. Una pregunta detonante bien formulada refiere a la solución de un problema con impacto concreto y local.

De acuerdo con Kang, el ABP para la enseñanza de las ciencias implica típicamente prácticas de laboratorio. En Educación STEM se añade un elemento único que emana de la ingeniería y la educación tecnológica.⁴⁸

⁴⁵ *Idem*.

⁴⁶ J. Larmer, "Gold Standard PBL: essential project design elements", en PBLWorks [en línea], disponible en <<https://www.pblworks.org/blog/gold-standard-pbl-essential-project-design-elements>>, fecha de consulta: 2 de octubre de 2022.

⁴⁷ D. Arteaga y M. Gras, *El Aprendizaje Basado en Proyectos: adquiriendo conocimientos, habilidades sociales y emocionales, habilidades de STEM y competencias técnicas específicas a través de proyectos*, s. p. i., 2018.

⁴⁸ Kang, *op. cit.*

- + Aprendizaje basado en diseño, mejor conocido como *design thinking*. Está destinado a crear nuevas herramientas, procesos, servicios, materiales y productos. Es un proceso sistémico e iterativo de toma de decisiones que implica aprender sobre y mediante el diseño.⁴⁹ Puede confundirse con el aprendizaje basado en proyectos, pero, a pesar de que algunos de sus pasos son similares, en esencia y propósito son distintos, aunque se enriquecen mutuamente. Ambos propician la integración en STEM. No existe aún un consenso sobre un marco de aprendizaje basado en diseño.
- + Aprendizaje contextualizado. Se trata de presentar oportunidades de aplicar el conocimiento y las habilidades en escenarios reales.
- + Aprendizaje situado. “[Es] el proceso de utilizar la comunidad local y el medioambiente como punto de partida para abordar los conceptos de las diversas disciplinas, creando interés y compromiso por servir a su comunidad para convertirse en ciudadanas y ciudadanos activos”.⁵⁰ Integrar este aprendizaje a la Educación STEM lo hace culturalmente sostenible y respetuoso de la diversidad cultural y social. En este sentido, son de suma importancia los procesos de consulta con personas indígenas para incluir su conocimiento.⁵¹
- + Aprendizaje colaborativo. La Educación STEM requiere de trabajo en equipo, pues le es inherente derivar conocimientos y acercamientos metodológicos de otras disciplinas y especialistas.
- + Aprendizaje basado en los futuros. “Es un acercamiento curricular integrado que busca conectar de forma explícita los futuros de los individuos y colectivos, consciente de las necesidades individuales y comunitarias, y de los límites planetarios”.⁵² “La pedagogía orientada al futuro provee de una solución pedagógica, *soluciones*

⁴⁹ Muchas veces se utiliza el proceso de diseño de ingeniería. Nae, 2009 y NRC 2012, en C. Johnson, *et al.*, *op. cit.*, pp. 67 y 77.

⁵⁰ Traducción propia a partir de D. Sobel, “Place-based education: connecting classroom and communities”, en *Orion, Nature and Culture* [en línea], disponible en <orionmagazine.org/product/place-based-education-connecting-classrooms-and-communities/>, fecha de consulta: 28 de noviembre de 2022.

⁵¹ UNESCO, *Learn for our planet: a global review on how environmental issues are integrated in education*, en UNESCO [en línea], disponible en <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377362>>, fecha de consulta: 1 de octubre de 2022.

⁵² Paige *et al.* 2018 en C. Johnson, *op. cit.*, p. 42 [traducción propia].

pedagógicas [énfasis del autor], ante los requerimientos presentes que derivan de tendencias emergentes y apoyan la preparación de las y los estudiantes para la vida en las realidades esperadas”.⁵³

- + Aprendizaje para la participación-acción. La UNESCO hace un llamado a integrar en la experiencia educativa, pedagogías holísticas que involucren a las y los estudiantes en propuestas, participaciones y acciones concretas en torno a la educación ambiental y el cambio climático.⁵⁴
- + Otras. Aprendizaje por experiencia, que incluye visitas educativas, pasantías, prácticas profesionales y el aprendizaje por exploración; aprendizaje basado en problemas; aprender en la naturaleza; aprendizaje de servicio; aprendizaje basado en el juego, especialmente en preescolar y primaria baja, aunque siempre es un recurso valioso.

Es importante reflexionar como docentes y plantearse la pregunta: “¿qué ideas surgen para que las experiencias educativas de diseño y desarrollo impulsen la igualdad de género?”.

Desarrollo de competencias disciplinares específicas

El gran reto consiste en lograr un equilibrio con el fin de adquirir competencias **disciplinares sólidas** y desarrollar las **competencias transdisciplinares STEM abarcadoras**; las cuales son fundamentales para que las y los estudiantes se inserten de manera exitosa en el siglo XXI ejerciendo una ciudadanía plena.

⁵³ O. Morgenshtern e I. Pinto, *Future-oriented pedagogy. From trends to actions-a flow chart. Abstract based on R & D policy outline for future-oriented pedagogy*, en State of Israel Ministry of Education R&D, Initiatives and Experiments Division [en línea], disponible en <https://meyda.education.gov.il/files/Nisuyim/Future_Oriented_Pedagogy.pdf>, fecha de consulta: 2 de octubre de 2022 [traducción propia].

⁵⁴ UNESCO, *Learn for our planet...*, op. cit., p. 10.

La enseñanza de la ciencia —o la mediación del aprendizaje de la ciencia y las matemáticas— ha sido estudiada de manera amplia. Así también ha sucedido con los hallazgos de investigaciones relevantes como con las pedagogías más adecuadas para los entornos de aprendizaje; por ejemplo, la enseñanza indagatoria de la ciencia y la inclusión de la experimentación y del uso de modelos en esta. La mediación del aprendizaje en ingeniería ha estado menos presente en los entornos educativos, especialmente en preescolar, primaria y secundaria.

En este punto es imprescindible continuar avanzando en presentar a las y a los estudiantes ejemplos, patrones y experimentos bien diseñados, que muestren el **mecanismo real del fenómeno**, y que no solo lo representen auditiva o visualmente. Se trata de modelar, no de crear un set como en la televisión o en un teatro en donde basta con que parezca. Cuando se hace uso de meras representaciones, se incrementan las ideas equivocadas sobre los fenómenos naturales o los conceptos de las ciencias, y ahora, también de STEM.

Las experiencias educativas en la enseñanza de las ciencias —y en STEM— aspiran a migrar de lo propuesto históricamente, en donde el modelo formula un experimento predeterminado desde el cual se piensa cómo aplicar sus hallazgos a situaciones reales. Ahora se plantea iniciar con la propuesta de un problema, situación o fenómeno real, para involucrar así al estudiantado en la indagación y hacer sentido acerca de la idea del fenómeno o lo que observamos de él. A partir de esto, nace el deseo y la necesidad de involucrarse con el modelo y de brindar explicaciones necesarias para entender el fenómeno o resolver el problema. Al contrario de lo que quizás pueda pensarse, puede trabajarse con modelos desde el preescolar, lo que se transforma es la complejidad de estos. A continuación brindamos ejemplos diseñados por el Smithsonian que pueden servir de inspiración y son además muy divertidos.

Cuadro 3. Ejemplos de modelos de fenómenos reales para primaria

Grado	Pregunta esencial	Modelo
1	¿Cómo mandamos un mensaje utilizando el sonido?	Las y los estudiantes utilizarán patrones de sonidos e idearán formas de representarlos para diseñar un código mediante una serie de puntos y guiones.
2	¿Cómo evitamos que el suelo se deslave?	Investigarán cómo diferentes materiales pueden retrasar la erosión a partir de modelos que empleen materiales reales.
3	¿Cómo protegemos a los animales cuando sus hábitats cambian?	Desempeñarán la función de tigres y plantas con un modelo del hábitat de un tigre (en papel milimétrico o cuadriculado) para explicar por qué las poblaciones de tigres están disminuyendo.
4	¿Cómo cambia la energía de movimiento en una colisión?	Diseñarán el modelo de un casco de bicicleta que transformará la energía de movimiento en calor (para probarlo, un huevo puede representar la cabeza).
5	¿Cómo identificamos los materiales según sus propiedades?	Observarán una simulación que muestre cómo el azúcar se disuelve en agua y el agua se evapora, para descubrir que ambos elementos contienen partículas demasiado pequeñas para ser vistas.

Fuente: Smithsonian Science for the Classroom, "Models: Bringing Real-World Phenomena to School" [traducción propia], en Smithsonian Science for the Classroom [en línea], disponible en <<http://landing.carolina.com/Global/FileLib/stc-content/Smithsonian-Models-White-Paper.pdf>>, fecha de consulta: 1 de octubre de 2022.

Queda claro que la Educación STEM impulsa un acercamiento mucho más significativo a la enseñanza de la ciencia.

Integración de disciplinas STEM

Integración significa que las materias programadas son enseñadas de manera simultánea, lo cual ayuda a usar el tiempo de clase de manera más efectiva y a que las y los estudiantes eviten cubrir las materias de forma aislada. Potencialmente, involucra más a quienes sienten mayor interés en una u otra disciplina.⁵⁵

Aunque aún es un campo nuevo, los marcos conceptuales de referencia más sólidos identifican cómo las disciplinas STEM están **conectadas por grandes ideas, habilidades y prácticas comunes**.⁵⁶ Tal es el caso del marco New Generation Science Standards (NGSS), y el recientemente publicado marco STEM de UNESCO a petición de la Red de Escuelas Mektebim.⁵⁷ El de Corea del Sur integra la “A” de artes, pero su currículo también refiere al de NGSS y sigue manejado por disciplinas separadas (véase el “Caso 2” para más detalles sobre cómo llevan a cabo la integración de disciplinas).⁵⁸

Hay un consenso en torno a que, al menos **dos de las disciplinas STEM, se integren** en la experiencia educativa para poder considerarse Educación STEM.⁵⁹ Hay variantes al implantar esta integración:

⁵⁵ Bell y Bell, 2018 en C. Johnson, et al., op. cit., p. 7.

⁵⁶ Ibidem, p. 4.

⁵⁷ UNESCO, *STEM curriculum framework*, IBE-UNESCO [en línea], disponible en <https://mektebim.21pSTEM.org/STEM_Curriculum_Framework.pdf>, fecha de consulta: 1 de octubre de 2022.

⁵⁸ Kang, op. cit.

⁵⁹ Ibidem.

- + Hacerlo en una sola clase o lección, en una unidad,⁶⁰ integrarlas en espacios extraescolares o de jornada extendida o en espacios curriculares nuevos
- + Integrarlas mediante la estrategia de coenseñanza

La integración de STEM propicia que las y los estudiantes logren una comprensión tanto conceptual como en torno a la aplicación de su estrategia, que las y los habilite para resolver problemas complejos.⁶¹

Enfoque en el mundo real

Existe un acuerdo en que las actividades, lecciones y experiencias STEM estén enfocadas en **problemas reales** y busquen resolverlos. Pueden basarse en **grandes problemas**, como los que tendrían que resolver personas dedicadas a la ciencia, las matemáticas o las ingenierías, o plantearse **problemas contextualizados**, conectados con la comunidad y las necesidades de las y los estudiantes. Hacer esto tiene dos beneficios: que los conceptos y las prácticas se vuelvan social y culturalmente relevantes, y que las y los estudiantes se sientan más motivados para involucrarse en ellos.⁶²

La naturaleza auténtica de STEM ayuda a **conectar** las aulas y la escuela con el mundo laboral.⁶³ Además, alinear los problemas a resolver con los **ODS** es una forma concreta de asegurarse de que tengan relevancia y lleven a la integración de las disciplinas de forma muy natural. Por otro lado, incluir la **educación ambiental** de manera específica y de forma transversal en la currículo habilita a las y los estudiantes a la acción y participación.⁶⁴

⁶⁰ C. Johnson et al., *op. cit.*, p. 7.

⁶¹ Karahan et al., 2015 y Lou et al., 2011, en *ibidem*, p. 6.

⁶² *Ibidem*, p. 5.

⁶³ *Ibidem*.

⁶⁴ UNESCO, *Learn for our planet...*, *op. cit.*, p. 10.

Se propone inspirar a niñas y adolescentes con experiencias educativas que mejoren su participación e interés en carreras y materias vinculadas a STEM, sin estereotipos de género.

Ideas y habilidades, una conexión para las disciplinas STEM

Las disciplinas STEM **comparten ideas, estructuras conceptuales y prácticas** que, al integrarlas, permiten a las y a los estudiantes conectarlas y transferirlas entre sí. Las grandes ideas que encontramos se pueden organizar de la siguiente forma.⁶⁵

- + Ideas propias de cada disciplina (como *energía, escala, velocidad*), las cuales, a su vez, se dividen en: a) aquellas antes de considerarse STEM, pero fundamentales para esta; b) aquellas que pueden ser usadas en otras disciplinas
- + Grandes ideas interdisciplinarias (patrones o modelos)
- + Grandes ideas abarcadoras (conservación, relaciones, correlaciones); estas pueden ser conceptuales o de contenido

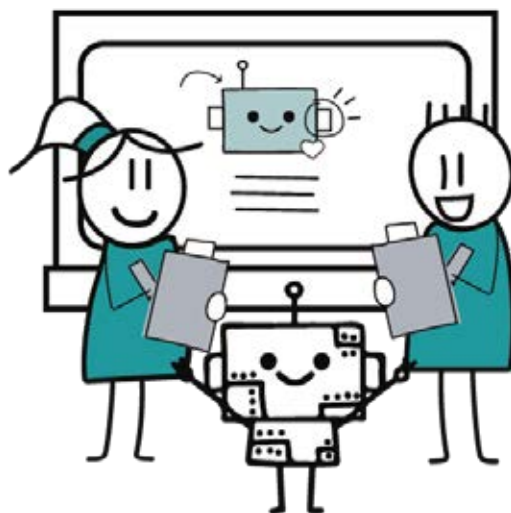
Consideraciones sobre la Educación STEM

1. El cambio de paradigma que trae consigo la Educación STEM implica **reformas curriculares** a las prácticas docentes y a la manera de evaluar los aprendizajes.
2. Se debe lograr un equilibrio entre la adquisición de **competencias disciplinares** específicas sólidas e introducir este nuevo paradigma integrador: "La integración de STEM en la currícula revela una sinergia que va más allá de la suma de sus partes".⁶⁶

⁶⁵ Carter, Cooper y Nason (2017), en C. Johnson et al., *op. cit.*, p. 6.

⁶⁶ Nathan et al., en C. Johnson et al., *op. cit.*, p. 6 [traducción propia].

3. La revisión puntual de horarios en el día a día, para que se cuente con más horas de clase juntas, con el fin de **embarcarse en aspectos de los proyectos** que requieren más tiempo, y para que las y los docentes que practicarán la coenseñanza puedan planear en conjunto.
4. La **formación docente sólida** en su disciplina y en alguna otra disciplina STEM para que le sea posible la implantación, así como en pedagogías activas e integradoras. Aunque también puede subsanarse esto en lo inmediato con estrategias de coenseñanza y comunidades de aprendizaje. Si STEM es colaborativo e interdisciplinario, la formación para llevarla a cabo debería serlo también.



Pedagogía STEM para preescolar y primaria

Se sabe que la primera infancia es especialmente importante en los desarrollos psicoafectivo, social y cognitivo. Lo que sucede en esta etapa tiene impactos en años posteriores que, muchas veces, se pasan por alto. Los **ambientes de aprendizaje** son determinantes; en un campo como el de STEM podría pensarse que es un asunto para los años que involucran la elección de carrera, nada más equivocado. Se debe empezar temprano. Este documento se enfoca en preescolar y primaria, pero todo lo que sucede desde los cero a los tres años, el cuidado positivo, los entornos que inducen a las y los infantes a descubrir y crecer en autonomía sabiéndose seguras y seguros, serán cimientos clave para todo el desarrollo posterior, incluyendo las competencias que se busca suscitar a través de la Educación STEM, la cual, al incluirse desde edades tempranas, fomenta los siguientes beneficios.

- + Estudios han demostrado que las niñas y niños se desempeñan mejor en **ciencia** y **matemáticas** que aquellos que no tuvieron esa oportunidad.⁶⁷
- + Contribuye positivamente en las trayectorias **académicas y profesionales**.⁶⁸
- + Son precisamente estas edades y la primaria las más críticas en el desarrollo de **aspiraciones** que perdurarán toda la vida.

⁶⁷ Chen 2011 en E. R. McClure et al., *STEM starts early: grounding science, technology, engineering, and math education in early childhood*, en The Joan Ganz Cooney Center at Sesame Workshop [en línea], disponible en <https://www.researchgate.net/publication/313198613_STEM_starts_early_Grounding_science_technology_engineering_and_math_education_in_early_childhood>, fecha de consulta: 2 de octubre de 2022.

⁶⁸ Ricks, 2012, en C. Johnson, et al., *op. cit.*, p. 101.

- + Fomenta el desarrollo de mayor autonomía en la innovación y las habilidades de **pensamiento crítico**.⁶⁹

Preescolar

Las niñas y los niños son curiosos por naturaleza; de hecho, los primeros años de su vida están dedicados a **explorar, probar y descubrir**, por ello hay quienes dicen que “nacen científicas y científicos”. En preescolar ya tienen ideas sofisticadas de la realidad que han construido en situaciones de la vida cotidiana. De acuerdo con Jenni Vartiainen, el conocimiento necesita construirse mediante **experiencias**, se beneficia del **involucramiento psicoafectivo** y requiere **aprendizaje táctil y hands-on** (práctico, con las manos) en ambientes de aprendizaje diverso.⁷⁰

Durante la etapa de preescolar inicia la evolución del yo emprendedor/a y, en sí, la infancia ha sido considerada el grupo de edad más apropiado para adquirir actitudes positivas hacia el emprendimiento y adoptar un enfoque emprendedor.⁷¹ En ella, se desarrollan los fundamentos para los rasgos y el carácter independiente, responsable, optimista y tenaz.

Estas son pedagogías en concreto para la Educación STEM en preescolar.

- + Pedagogías centradas en las niñas y los niños. Resaltan su agencia y rol activo como productores de conocimiento, pues así se identifican como participantes dinámicos de sus sociedades en la construcción de la literacidad científica.⁷²

⁶⁹ Chen, 2011, en *idem*.

⁷⁰ Kide Science, *op. cit.*

⁷¹ Axelsson et al., 2015, en M. Gras (coord.) y C. Alí, *Estrategia Educación STEM para México. Visión de éxito intersectorial del eje estratégico Educación STEM. Inclusión con perspectiva de género y foco en mujeres*, México, Movimiento STEAM, 2021, p. 58.

⁷² J. Vartiainen y K. Kumpulainen, “Promoting young children’s scientific literacy as a dynamic practice”, en K. Kumpulainen y J. Sefton-Green (eds.), *Multiliteracies and Early Years Innovation: Perspectives from Finland and Beyond* [en línea], disponible en <https://www.researchgate.net/publication/335465389_Promoting_young_children’s_scientific_literacy_as_a_dynamic_practice>, fecha de consulta: 3 de octubre de 2022.

- + Pedagogía de las multiliteracidades. Se toma en especial consideración la literacidad científica; se trata de brindar oportunidades a las niñas y a los niños de involucrarse en dimensiones operativas, culturales y críticas de la literacidad científica en su mundo cotidiano. Este tratamiento pedagógico brinda la oportunidad de trabajar la ciencia de forma transdisciplinaria.⁷³ Las tecnologías digitales enriquecen su creatividad, y pueden ser usadas para expandir las prácticas de literacidad; por ejemplo, cuando sacan fotos de sus trabajos o cuando se motivan a interactuar con pantallas táctiles para crear dibujos, cuentos y narrativas. Todo ello con contenido apropiado para el desarrollo cognitivo.
- + Aprendizaje basado en el juego (y la imaginación). Tiene en cuenta que la forma natural en que las niñas y los niños adquieren el sentido del mundo es a través del juego, el cual también desarrolla habilidades relacionales y de comunicación tan importantes para ejercer la ciudadanía plena.
- + Aprendizaje basado en juego de roles y en historias o cuentos. Fomenta el pensamiento crítico a través de la narración y las prácticas de literacidad fuera y dentro del aula. Permite crear escenarios STEM imaginarios.
- + Aprendizaje por experiencia. Puede ser: a) aprendizaje vivencial y *hands-on*, que busca combinar la experiencia sensorial, la exploración y la construcción con la parte cognitiva y psicoafectiva; y b) aprender en la naturaleza,⁷⁴ pues qué mejor forma de familiarizarse con los fenómenos naturales y las grandes ideas de la ciencia y de STEM que experimentándolas de primera mano. Este procedimiento utilizado por las Escuelas del Bosque, las Escuelas Waldorf y Emilia Reggia puede introducirse en espacios específicos en las escuelas públicas de forma intencional. En los países nórdicos, incluido Suecia, Noruega, Finlandia, y en países como Suiza y Alemania es ya parte de la cultura el salir a indagar, jugar y caminar en

⁷³ *Idem*.

⁷⁴ La Educación en la Naturaleza también en STEM ayuda a construir relaciones positivas, mejora la calidad de vida, potencia la educación ambiental y es clave para el desarrollo sostenible del país.

entornos naturales de la localidad de forma regular como parte de las actividades escolares.

- + Visitas a ejercicios laborales que enganchen su interés y en las que, de preferencia, puedan interactuar llevando a cabo alguna actividad (visitas a granjas, museos interactivos, jardines botánicos, viveros, ceramistas, etc.). Pueden efectuarse en compañía de personas adultas, pero siempre desde la mirada de las niñas y los niños. Las personas significativas acompañan, proponen y juegan con ellas y ellos procurando ver el mundo con sus ojos, haciendo preguntas relevantes, usando materiales adecuados para su edad, señalando vocabulario fundamental, utilizando sus sentidos de manera consciente y situándose en el espacio desde su posición. Otra vía es la robótica y *coding* a través de materiales tangibles y programables que no requieren tiempo en pantallas.
- + El Comité de trabajo de *Early STEM Matters* (Grupo de Trabajo para la Educación STEM en la primera infancia) emite los siguientes **cuatro principios** que, a su vez, son considerados buenas prácticas que nos parece relevante incluir.

Cuadro 4. Principios y buenas prácticas para la Educación STEM en la primera infancia

1. Las niñas y los niños necesitan a personas adultas para desarrollar su inclinación natural hacia STEM, como crear, descubrir, experimentar, observar, etcétera.
2. Las representaciones y la comunicación son centrales para el aprendizaje STEM. Deberán incluirse discusiones, visualizaciones y otras formas de representación para promover la generalización de conceptos y prácticas.
3. Las creencias y actitudes de las personas adultas sobre STEM afectan las de las y los infantes. Todas las personas podemos ser parte de esta estrategia, y aprender a construir la autoeficacia de personas adultas, niñas y niños.

4. La Educación STEM no es culturalmente neutral. Hay que poner especial foco en que sea inclusiva, intercultural y contextualizada.

Traducido y adaptado de Early Childhood STEM Working Group (Grupo de Trabajo para la Educación STEM en la primera infancia) [en línea], disponible en <<https://ecSTEM.uchicago.edu/guiding-principles/>>, fecha de consulta: 6 de diciembre de 2022.

Primaria

Hay especialistas que coinciden en que una implantación integrada de Educación STEM en primaria tiene el potencial de auxiliar a las niñas y niños a hacer conexiones significativas con las que desarrollen habilidades para el siglo XXI y construyan su autoeficacia; además, cuando esta se integra y se basa en la indagación y *hands-on*, ha demostrado mejorar las habilidades de autorregulación y la adquisición y mejor comprensión de conceptos STEM a lo largo de la trayectoria educativa. Asimismo, existen argumentos para sugerir que esta educación ayuda a las y los estudiantes de habilidades extraordinarias a reconocer y desarrollar mejor sus talentos.⁷⁵

El conocimiento fundamental, que es aquel que cimienta la Educación STEM, encuentra su mejor momento de desarrollo precisamente durante la primaria. La clave para involucrar a niñas, y adolescentes de diversos contextos en esta estrategia son **prácticas pedagógicas innovadoras** que realmente respondan a las necesidades propias y de sus comunidades e, idealmente, una cultura escolar que propicie la **innovación y experimentación**.⁷⁶

Es fundamental dedicar espacios curriculares **intencionales, pautados y no necesariamente integrados a la adquisición de saberes disciplinares específicos**, o se corre el riesgo de perder conceptos y procesos clave en el aprendizaje de niñas y

⁷⁵ C. Johnson et al., pp. 103-105.

⁷⁶ A. Fitzgerald, C. Haeusler y L. Pfeiffer, *STEM Education in primary classrooms*, Londres, Routledge Taylor & Francis Group, 2020, p. 7.

niños.⁷⁷ En primaria, las pedagogías más utilizadas y consideradas adecuadas son las siguientes.

- + Aprendizaje indagatorio de la ciencia (apartado “Pedagogía STEM para todos los niveles”)
- + Aprendizaje basado en proyectos, por ser muy proclive a propiciar la integración de las disciplinas y siempre estar dirigido, por diseño, a la resolución de problemas complejos de forma innovadora y relevante para las y los estudiantes (apartado “Pedagogía STEM para todos los niveles”)
- + Aprendizaje basado en futuros; en Australia, ha habido pilotos muy prometedores en primaria⁷⁸
- + Aprendizaje por experiencia (apartado “Pedagogía STEM para todos los niveles”)
- + Aprendizaje contextualizado y aprendizaje situado, que además propician la inclusión (apartado “Pedagogía STEM para todos los niveles”)
- + Pedagogías culturalmente receptivas, respetuosas y enriquecidas por el contexto y herencia cultural de sus comunidades
- + Pedagogía crítica

La puesta en marcha de modelos educativos que incluyen la Educación STEM o que, incluso, la tienen como una línea prioritaria deben contemplar el impulso de la igualdad de género.

Fitzgerald, Haeusler y Pfeiffer proponen el marco que se presenta a continuación para contar con un acercamiento más sistematizado a la Educación STEM.⁷⁹ Originalmente, este marco creado en Australia estaba dirigido a una enseñanza de la ciencia que

⁷⁷ *Ibidem*, p. 5.

⁷⁸ *Ibidem*, p. 7.

⁷⁹ Fitzgerald, Haeusler y Pfeiffer, *op. cit.*, pp. 17-18, 21-22. Traducción propia del marco.

fuera incluyente para estudiantes diversos, y ahora es utilizado para STEM con reflexiones pertinentes. Propone elementos que deben existir en su oferta en general, año tras año, no necesariamente en cada lección o unidad, y sirve a docentes, personal directivo y programas educativos para hacerse preguntas reflexivas que los lleven a servir mejor a sus estudiantes.

Cuadro 5. Marco para una Educación STEM que reconoce e incluye la diversidad estudiantil

Elementos	Descriptores	Preguntas
Relevancia	El currículo está conectado a la vida de las y los estudiantes y a problemas significativos cultural o personalmente hablando.	• ¿Cómo se relaciona este problema con las necesidades, fortalezas e intereses de las y los estudiantes? • ¿Este tema es relevante para su vida cotidiana? • ¿Su exploración tiene un propósito auténtico?
Lugar y comunidad	La educación situada propicia conexiones sociales y ecológicas, y coloca a la comunidad como un sitio significativo para aprender.	• ¿Cómo pueden reconocerse y valorarse visiones diversas del mundo? • ¿Este tema puede fortalecer la conexión con el lugar y la comunidad? • ¿Posiciona a las y los estudiantes como contribuyentes de su escuela, familia y comunidades culturales?

Experiencia	Mediante actividades prácticas y <i>hands-on</i> ocurre el involucramiento.	• ¿Hay oportunidades para que las y los estudiantes desarrollen su comprensión mediante experiencias prácticas? • ¿Cómo se utilizan recursos accesibles y con los que estén familiarizados las y los estudiantes para apoyar el aprendizaje práctico? • ¿Cómo se integran las habilidades científicas (STEM) de proceso de forma significativa?
Creatividad y resolución de problemas	Las capacidades creativas son reconocidas a través de <i>Tinkering</i> , ⁸⁰ crear, probar ideas y resolver problemas.	• ¿Hay caminos variados para que las y los estudiantes desarrollen su capacidad para pensar de forma crítica y creativa?
Transferencia y acción	Actividades auténticas orientadas a la acción pueden ser transferidas fácilmente a situaciones y experiencias de la vida real.	• ¿Cómo se animará a las y los estudiantes a conectar formas de pensar y hacer ciencia (STEM) en experiencias cotidianas?

⁸⁰ No existe una traducción exacta del término *tinker*. Podría ser “crear experimentalmente” “modificar” o “reparar” y, de acuerdo con Tinkerlab, un o una “tinkerer” es alguien que experimenta con materiales e ideas para comprender plenamente sus capacidades y que profundiza en su aprendizaje para encontrar mejores soluciones a los problemas actuales. “What is tinkering?”, en Tinkerlab [en línea], disponible en <<https://tinkerlab.com/what-is-tinkering/>>, fecha de consulta: 28 de noviembre de 2022.

Enfoque en los cuatro ejes estratégicos

Dado que en el consenso logrado en la estrategia de Educación STEM para México, tanto STEM como la Educación STEM se consideran pilares para el desarrollo sostenible y el bienestar social, proponemos que se plantee desde estos **cuatro enfoques**.⁸¹

Agenda 2030 y Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) mediante la Educación STEM para el Desarrollo Sostenible (EDS)

Los ODS⁸² constituyen un llamado universal a la acción para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y mejorar las vidas y perspectivas de todas las personas en el mundo. Este eje engloba la Educación STEM y las habilidades que son necesarias para contribuir a estas competencias transformadoras y de agencia. “La EDS empodera a las personas para que cambien su manera de pensar y trabajar hacia un futuro sostenible”.⁸³ Con la precisión de que sea culturalmente sostenible también. La EDS proporciona a las y los educandos los conocimientos, las competencias, las actitudes y los valores necesarios para tomar decisiones fundamentadas y llevar a cabo acciones responsables en favor de la integridad del medioambiente, la viabilidad de la economía y una sociedad justa.⁸⁴

⁸¹ Como podrá apreciarse en los ejemplos, algunas veces se pone el énfasis en un enfoque y otras en otro, e incluso se focalizan aspectos específicos al trabajar con alguno de ellos. Como hemos insistido a lo largo del documento, es importante que las niñas y los niños tengan oportunidades variadas de Educación STEM en su vida y trayectoria escolar.

⁸² ONU, “Objetivos de Desarrollo Sostenible”, *op. cit.*
⁸³ UNESCO, *STEM curriculum framework*, *op. cit.*

⁸⁴ *Idem.*

+ ¿Cómo vincularlo con STEM?

Como ya se ha dicho, esta estrategia de educación busca resolver problemas reales, y los ODS nos retan justamente con situaciones verídicas, sistémicas y multicausales que deben ser estudiadas desde diferentes disciplinas y especialistas, así como trabajarse en equipo. Por ello, si quiere empezar con ella en su escuela, aula o programa de educación no formal, puede hacerlo preguntándose a sí misma o mismo y a sus estudiantes para qué sirve este o aquel contenido hacia el logro de los ODS, es decir, cómo podemos encontrar una solución para determinada problemática planteada en el marco de los ODS; verá cómo surge la necesidad de desarrollar proyectos interdisciplinarios. Busque una problemática que conlleve conceptos que desee explorar en su plan de estudios o en su currículo no formal; piense en soluciones que podrían dar sus estudiantes y que sean adecuadas a su edad; focalice los conceptos y las competencias que desee examinar desde los objetivos disciplinares de dos materias STEM. Puede trabajar por medio del aprendizaje basado en proyectos o empezar por medio del aprendizaje basado en retos en iteraciones más sencillas.

Incluir muchos espacios de sensibilización en el día a día ayuda a las niñas y a los niños a generar una conexión con el entorno natural y una apreciación auténtica, con sus ritmos y sus cuidados, sus colores y olores, sus texturas y cambios. Añada propuestas de aprendizaje en la naturaleza; adecue el patio escolar para practicar diversas actividades, si es posible, incluya un huerto y genere visitas a entornos naturales locales, porque “nadie ama lo que no conoce”. Estos espacios también propician la educación socioemocional.⁸⁵

⁸⁵ M. Gras, “Aprender en la naturaleza: nadie ama lo que no conoce”, en *Pie de Página* [en línea], disponible en <<https://piedepagina.mx/aprender-en-la-naturaleza-nadie-ama-lo-que-no-conoce/>>, fecha de consulta: 7 de octubre de 2022.

+ Ejemplo

Unas niñas y unos niños de cuarto grado se preguntaron: “¿Cómo podemos contribuir a generar una escuela más sostenible?”, una cuestión relacionada con el ODS 11, Ciudades y comunidades sostenibles. La maestra empezó a hablar acerca de cómo los árboles y las plantas tienen varios beneficios para los humanos. En el patio, hicieron *mindfulness*; es decir, jugaron, reflexionaron y comprobaron los beneficios por su cuenta. Hablaron en torno a las plantas como fuente de alimento y hogar de diferentes animales a partir de la lectura de un libro. Salieron a observar y se sorprendieron al encontrar muy pocas plantas en su patio; sin embargo, en una había insectos y mariposas. Así se les ocurrió que querían generar más espacios verdes, pero con plantas endémicas para cuidar el suelo y a la fauna nativa, ¡un espacio verde para estar en calma!

A partir de ahí, la maestra pudo examinar diversos conceptos de biología, como qué son los insectos y su función en los ecosistemas; las partes de las plantas, qué necesitan para vivir y su misión en la naturaleza. Midieron la temperatura del piso en lugares con y sin plantas, lo compararon con el suelo a la sombra de un viejo árbol y exploraron conceptos de clima y física usando también las matemáticas; además emplearon conceptos de ingeniería para construir el espacio.

Durante todo el año escolar trabajaron en ese proyecto, desde diferentes disciplinas, para crear finalmente una solución asequible y concreta a un problema real. Aunque el foco siempre se mantuvo en STEM, en clase de Español, las y los estudiantes redactaron las invitaciones para que sus familiares apoyaran con la construcción del nuevo espacio, por lo que elaboraron los acuerdos de convivencia para este. En Arte, en equipos, dibujaron cómo lo imaginaban antes de decidir sus medidas y locación. Fue el grupo de estudiantes quien pidió permiso a la directora de la escuela. En conjunto, aprendieron —incluso la maestra—

muchas cosas más de las que proponía el plan de estudio, porque tuvieron que investigar cuáles eran las plantas endémicas de su región y la fauna silvestre; qué materiales serían los apropiados para la banca o el suelo; hicieron el presupuesto y aprendieron a sembrar. Así contextualizaron su aprendizaje. Contactaron a negocios locales que les auxiliaron con algunos materiales en especie y una fundación local les otorgó una suma pequeña. Toda la comunidad ayudó, un sábado, a construir el espacio.

Al trabajar con los ODS, se propone reflexionar cómo determinada solución es más incluyente; eliminar barreras estructurales, y empoderar a personas desfavorecidas. En ocasiones, será imprescindible plantearlas con enfoque de género.

Desarrollo de la fuerza laboral para la Cuarta Revolución Industrial-Tecnológica: conexión con trayectorias laborales

Se trata de los mecanismos y estrategias para desarrollar en México las competencias del siglo XXI con el fin de que sus habitantes sean capaces de acceder a las oportunidades de la Cuarta Revolución Industrial-Tecnológica y a los mercados laborales mexicanos, poniendo el énfasis en aquellos que son prioritarios y en empleos de calidad. Este eje engloba los siguientes temas: competencias fundamentales como base de otras más avanzadas, vocaciones STEM, sinergias educación-sectores productivos, competitividad, estándares de competencia y certificaciones hacia las nuevas habilidades que se requieren, así como oportunidades para la

empleabilidad con el fin de aportar a la competitividad del país. Todo ello desde un enfoque sostenible.

+ ¿Cómo vincularlo con STEM?

Se puede propiciar una interacción real de las y los docentes y sus estudiantes con los sectores productivos y de investigación locales relacionados con STEM. Si en la localidad no hay mucha industria o centros de investigación o suficiente variedad, puede emplearse internet para entrevistar a profesionistas y personal técnico de diversas profesiones relacionadas con la estrategia. Las y los estudiantes deben relacionar lo que aprenden con el mundo del trabajo y de esa forma menos apresurada, lúdica y con mucha indagación, explorar sus posibles futuros. Hay que abrir el abanico de aspiraciones acercando modelos de rol más allá de los de su círculo familiar, para que puedan descubrir y optar por su propio camino cuando llegue el momento.

+ Ejemplo

Un Territorio STEM se da cuenta de que sus docentes no conocen realmente el sector productivo principal de la región, que en ese caso es el automotriz; entonces deciden crear y fondear visitas-taller de docentes de la zona a la industria, al menos de un grupo de cuarenta docentes por año. Las organizan de tal forma que las y los docentes recorren varias áreas: administrativas, de comunicación, producción, pintura, planeación, mantenimiento, centro de entrenamiento y responsabilidad social. En cada área les presentan un problema real y entre las y los técnicos, profesionistas y docentes piensan qué conceptos del nivel que enseñan están relacionados con él, y cómo generarían una experiencia educativa STEM en torno a ese problema o área.

Al regresar a las aulas, las y los docentes se sienten más seguros sobre cómo conectar el mundo laboral con los aprendizajes de sus estudiantes y generan alianzas para que puedan hacer

una visita en algunos grados. Organizan al menos una visita cultural o ambiental por año y una visita a un entorno laboral. Así, al finalizar el preescolar y la primaria, las niñas y los niños habrán conocido al menos ocho entornos laborales distintos y conversado con diferentes profesionistas y personal técnico; entenderán su profesión, lo que estudian para llegar a esos trabajos y conocerán un poco a los seres humanos detrás de los uniformes industriales que a veces pudieran parecerles ajenos o inalcanzables. Estas interacciones también estrechan los lazos de las escuelas con la comunidad y generan incluso beneficios inesperados.

Innovación y emprendimiento

Llevar a cabo la Educación STEM mediante modelos pedagógicos activos y el fortalecimiento de los aprendizajes disciplinares promueve capacidades de innovación y emprendedurismo. Este eje focaliza la dinamización de los entornos educativos, de desarrollo científico y tecnológico como de los emprendimientos de alto valor agregado, incluyendo innovaciones industriales y tecnológicas, emprendimientos digitales y startups, entre otros.

+ ¿Cómo vincularlo con STEM?

Incluyendo oportunidades reales para que las niñas y los niños imaginen, creen y pongan a prueba sus propias ideas. En entornos y oportunidades culturalmente sensibles, recordando que cada quien expresa su creatividad de diferentes formas. Que jueguen a inventar y a comercializar sus inventos. Que conozcan objetos que han cambiado el día a día, que los pasen siempre por el filtro de “¿contamina?”, “¿lo necesitamos realmente?”, “¿cómo podríamos hacer un objeto que utilizamos en el día a día más sostenible, o más eficaz?”. Motivar a que las niñas y los niños se sepan creadores, en vez de consumidores. Que armen y desarmen desde edades tempranas, que puedan tener acceso a construir de forma manual con diferentes materiales. Que conozcan

personas emprendedoras e innovadoras de sus comunidades, de sus estados, de México y del mundo.

+ Ejemplos

- a) José, el maestro de preescolar, ha instituido los jueves como “El día ¿qué pasaría si...?”. Ese día el grupo participa, a veces de forma individual, a veces en pares; proponen preguntas en torno a los temas examinados en la semana de acuerdo con el currículo: ¿qué pasaría si, por ejemplo, todavía hubiera dinosaurios, si las casas fueran flotantes, si los perros tuvieran alas, si en vez de pies tuviéramos patines, si las plantas no existieran más, si no se hubiera inventado la rueda, si pudiera abrazar a mi abuelita cuando hablamos por el teléfono? En conjunto, reflexionan cómo nuestra ropa sería distinta, lo que comeríamos, a qué jugaríamos, o qué otros objetos de uso cotidiano necesitaríamos. Después, crean aquello que imaginaron con materiales reciclados.

Todo el grupo se divierte infinitamente, y cada semestre el profesor José organiza la gran sala de exposiciones Qué Pasaría Si, a donde acuden durante toda la semana los diversos grupos de la escuela y familiares que así lo deseen. En esta exposición, encuentran shampoos para lavar las alas de los perros, calcetines con agujeros para que las ruedas de los patines puedan girar, macetas flotantes hechas de corcho y hasta el cascarón de huevos de dinosaurio de tamaño real que sirve de escondite. Mediante juegos, imaginación y creatividad, las niñas y los niños adquieren habilidades concretas para atreverse a pensar diferente y crear.

- b) Cae la tarde y dos niñas con su papá, con linternas en mano y su perrita Niki, se dirigen a la cancha de un parque cercano. Habían leído en una enciclopedia acerca de la construcción de una especie de globo, pero con diseño aerodinámico —es posible ver su particular tinta sepia en una ilustración de

Leonardo Da Vinci—, por lo que decidieron crear varios modelos. Debía ser casi de noche, porque hay fuego involucrado y así sería más vistoso; tienen un extinguidor y han despejado el área; buscan entre varios papeles los que cuentan con la consistencia adecuada, resistentes, pero flexibles. Entre los tres construyen cuatro prototipos. ¡Por fin llegó el momento! Con mucho cuidado prendieron el fuego y con mucha sorpresa vieron a tres de los cuatro elevarse cuatro metros hasta que se incendiaron. Niki brincaba emocionada.

El cuarto nunca levantó el vuelo y se consumió en el suelo. “¿Por qué sería?”, “¿por qué el fuego eleva los globos?”, “¿cuánto peso aguantarían?”, “¿podemos poner un peluche?”. “No, mejor no, ¡se quemaría! Una fruta pequeña, quizás”. Hay que pesar las canastas de los globos antes de lanzarlos y registrar en una libreta una tabla comparativa con el fin de ver qué pesos son ideales para el vuelo del globo. ¡Mañana construirán más y probarán sus hipótesis! Las luciérnagas, el olor a pasto, construir juntos y divertirse, además de dejarles grandes aprendizajes, genera en la familia un recuerdo entrañable.

Encontrar innovaciones que de forma concreta, explícita y acelerada resuelvan las necesidades, barreras y problemas que enfrentan niñas, adolescentes y mujeres.



Inclusión

Este eje busca visibilizar y fortalecer la inclusión de poblaciones excluidas o en riesgo de serlo, en trayectorias educativas y de carrera STEM, independientemente de su condición socioeconómica, étnico-racial, geográfica, sexo o situación de discapacidad, con la finalidad de que todas las personas cuenten con las mismas oportunidades para contribuir en cualquier ámbito de la vida del país y conducir, así, a una sociedad más justa e incluyente, y a un mayor crecimiento económico, innovación y desarrollo sostenible.

+ ¿Cómo vincularlo con STEM?

Al asegurarse de que toda iniciativa STEM haga una reflexión profunda sobre cómo incluir a todas las niñas y niños; identificar bien los obstáculos por los que no acceden a estas oportunidades; generar becas y programas que alcancen justamente a las poblaciones con poco o ningún acceso a esta educación; generar un gran espacio para la propia expresión, indagación y experimentación con el fin de que avancen a un ritmo propio, que experimenten y planteen preguntas desde la propia realidad y contexto; celebrar el error y aprender a adaptar actividades para niñas y niños con discapacidad.

+ Ejemplo

En un programa de educación informal, al que asisten estudiantes diversos, Juana, que trabaja con niñas y niños de diez a doce años, se asegura de que las y los científicos, profesionistas y técnicos de los que hablan, sobre los que leen y que visitan la escuela sean también diversos. Busca que haya personas científicas de diferentes latitudes, de países desarrollados y países en vías de desarrollo, de instituciones públicas y privadas, hombres, mujeres, jóvenes, adultos mayores y con necesidades especiales. Ella misma ha visto la sorpresa en el rostro de sus estudiantes cuando

una idea previa acerca de cómo deberían ser estas personas no corresponde con la diversidad de personas que les ha acercado. Esto ha hecho a Juana y a sus colegas reflexionar acerca de otros aspectos de la inclusión en el programa, por ejemplo, cómo tejer aspectos sobre usos y costumbres milenarias de la localidad en el currículo.

Tome las competencias STEM de Global STEM Alliance (GSA), y pregúntese en cada caso cuáles se están poniendo en juego. Ahora, las dimensiones de competencia de CASEL y lleve a cabo el mismo ejercicio. A partir de las grandes ideas de la Ciencia de Harlen, identifique con cuáles se están relacionando las niñas y los niños en estas experiencias, y analice si se cubren aspectos relacionados con los cuatro ejes estratégicos de la Educación STEM.⁸⁶ ¿Qué concluye?

La inclusión es esencial para que niñas y adolescentes tengan las mismas oportunidades educativas que sus pares y que puedan desarrollarse en las áreas de mayor potencial, construyendo sus trayectorias educativas y de carrera con el fin de lograr no solo igualdad de oportunidades, sino una igualdad sustantiva (esta se refiere al mismo trato y oportunidades para el reconocimiento, goce o ejercicio de los derechos humanos y las libertades fundamentales).



⁸⁶ H. Wynne, *Principios y grandes ideas para la educación en ciencias: competencias de ciencias en la escuela*, Madrid, Alfaomega popular, 2012. Las grandes ideas de la Ciencia de Harlen están enlistadas en "Actividades del Ecosistema STEM", en los formatos de lección.

EDUCACIÓN STEM EN LA PRÁCTICA, EXPERIENCIAS INTERNACIONALES QUE INSPIRAN*

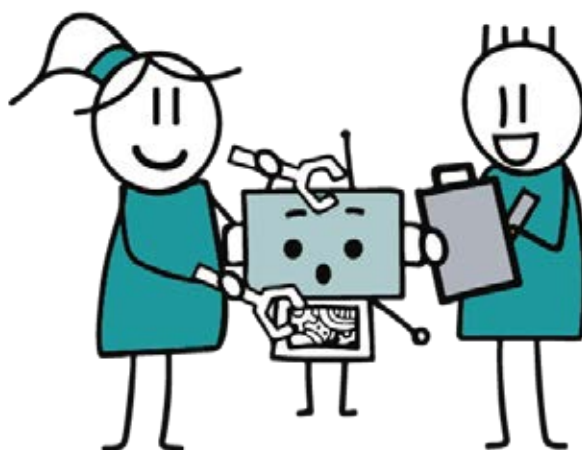
Todavía quedan muchas cosas en el mundo por las que merece la pena luchar. Muchas cosas bellas, mucha gente maravillosa luchando por revertir el daño causado, por ayudar a aliviar el sufrimiento. Y muchísima gente joven dedicada a hacer de este un mundo mejor. Todos están “conspirando” para inspirarnos y darnos la esperanza de que aún no es demasiado tarde para cambiar las cosas, siempre y cuando cada uno hagamos nuestra parte.

Jane Goodall, primatóloga y activista,
mensaje de año nuevo 2018

* Autores: Marlene Gras, Carolina Alí, Claudia Robles, Ricardo Triana, Sandra Ruiz, Ulrike Wahl. Revisión: Ana María Loose, Verónica Oelsner. Entrevista: María Emilia Beyer

Este capítulo se compone de casos inspiradores en programas o iniciativas en torno a la Educación STEM que resaltan las buenas prácticas. Se han elegido con base en diversos criterios: que estén dirigidos al trabajo con niñas y niños en edad preescolar o primaria; que ocupen al menos dos áreas STEM de forma integrada; y que cuenten, de preferencia, con alguna evidencia de éxito. También buscamos explorar experiencias diversas desde ecosistemas o territorios, hasta museos y educación formal y no formal.

Al leer las prácticas, encontrará inspiración y descubrirá formas diversas de hacer realidad esta educación en los variados ámbitos de nuestra sociedad. Lo más interesante es observar cómo puede tejerse desde la identidad cultural de cada comunidad y desde el contexto e intereses de sus ciudadanas y ciudadanos. Como ya se ha fundamentado, proveer a las niñas, niños y jóvenes de oportunidades diferentes mediante una educación y cultura STEM de calidad es importante para su desarrollo en una ciudadanía plena.



Caso 1.

Currícula STEM: contextualización curricular y educación ambiental integrada en Galápagos, Ecuador

Los motores de cambio a escala mundial como la Industria 4.0, el cambio climático, la globalización, entre otros grandes retos y disrupciones globales de nuestra era requieren de modificaciones en el paradigma educacional que, a su vez, se materialice en un diseño curricular consistente y con prácticas educativas que sean congruentes y que preparen a las y a los estudiantes con competencias sólidas y herramientas necesarias, para hacer frente a la realidad que vivimos y viviremos en un futuro cercano. UNESCO hace un llamado a que se incluya la educación ambiental en todos los currículos educativos.⁸⁷

La red de escuelas Mektebim en Turquía advirtió de esta prioridad. Mediante el Instituto de Tecnología, Economía y Diplomacia acudieron al Buró Internacional de Educación (IBE) de la UNESCO para el diseño y desarrollo de una currícula “de talla mundial”, con enfoque STEM, que abarcara desde edades tempranas hasta nivel medio superior. Este marco curricular fue desarrollado por expertas y expertos de diversas instituciones de educación superior y centros de investigación alrededor del mundo.

A diferencia de una currícula tradicional, con experiencias educativas construidas desde el aprendizaje individual de materias organizadas por disciplinas y pocas o ninguna oportunidad de aplicar los conocimientos a la realidad, la currícula de Mektebim incorpora cinco elementos clave: “enfoque por competencias,

⁸⁷ UNESCO, *Learn for our planet...*, op. cit.

grandes ideas, prácticas educativas, integración de conocimientos y relevancia”.⁸⁸

De acuerdo con la UNESCO:

El enfoque interdisciplinario y de competencias de las disciplinas STEM debe de implicar cambios significativos en la manera en la que se estructura y compone la currícula. Es necesario el énfasis en la profundización de los conocimientos para participar e involucrarse activamente en prácticas de resolución de problemas relacionados con la realidad de la o el estudiante, más que la acumulación de conocimientos superficiales, desligados al contexto del estudiantado. Por ello, es primordial que los conocimientos disciplinares estén situados en la realidad de las y los estudiantes y alineados a las competencias STEM a través de proyectos interdisciplinarios prácticos, de esta manera se propicia el aprendizaje profundo y significativo de la(s) disciplina(s).⁸⁹

En relación con lo anterior, varios países están caminando hacia ese enfoque interdisciplinario y de STEM integrado mediante la reforma de sus currículas. Por ejemplo, Corea del Sur continúa con una currícula basada en disciplinas en la que las y los docentes son personas con estudios en la disciplina específica que enseñan, pero se han incluido programas de “experiencia creativa” (CE) diseñados por las y los docentes para proveer espacios para la exploración de carrera y actividades tipo club en donde

⁸⁸ UNESCO, “Chile teacher training programme brings green science to life in indigenous regions”, en UNESCO [en línea], disponible en <<https://en.unesco.org/news/chile-teacher-training-programme-brings-green-science-life-indigenous-regions>>, fecha de consulta: 19 de octubre de 2022.

⁸⁹ *Idem* [traducción propia].

se incluyen contenidos y habilidades interdisciplinarios.⁹⁰ Estos programas abarcan entre 9% y 13% del total de la currícula en educación primaria y secundaria.⁹¹

En América Latina, vale la pena destacar la propuesta de contextualización curricular, la educación ambiental actualizada a los retos del siglo XXI y el trabajo multisectorial de Galápagos, Ecuador. Como es conocido a escala mundial, estas islas cuentan con especies endémicas de plantas y animales que forman parte del Patrimonio Natural de la Humanidad de la UNESCO, por lo que es un área natural protegida. Además de este compromiso de conservación y protección del ecosistema, la currícula ha sido contextualizada para que las y los habitantes de las islas —comenzando por las niñas, niños, adolescentes y jóvenes— sean personas que se comprometan con la protección de su entorno directo.⁹²



⁹⁰ Korea Foundation for the Advancement and Creativity, en Kang, *op. cit.*, 2019.

⁹¹ Korea Ministry of Education, en *ibidem*.

⁹² Siemens Stiftung, *Educación sobre el cambio climático en América Latina*, en Fundación Siemens Stiftung, Santiago de Chile [en línea], disponible en <<https://www.siemens-stiftung.org/wp-content/uploads/medien/publikationen/publicacion-educacionsobreelcambioclimaticoenamericalatina-siemensstiftung.pdf>>, fecha de consulta: 19 de octubre de 2022.

Nombre	Contextualización curricular con enfoque de sostenibilidad para Galápagos (CCESG), Galápagos, Ecuador
Población objetivo	100% del estudiantado de Galápagos, Ecuador (siete mil niñas, niños y adolescentes)
Edades o grados	Educación general básica para los subniveles elemental, media y superior y bachillerato
Ubicación	Galápagos, Ecuador
ODS relacionados	3. Salud y bienestar 4. Educación de calidad 5. Igualdad de género 6. Agua limpia y saneamiento 7. Energía asequible y no contaminante 8. Trabajo decente y crecimiento económico 9. Industria, innovación e infraestructura 10. Reducción de desigualdades 12. Producción y consumo responsable 13. Acción por el clima 14. Vida submarina 15. Vida de ecosistemas terrestres 16. Paz, justicia e instituciones sólidas 17. Alianzas para lograr los objetivos
Eje estratégico STEM	Educación STEM-Agenda 2030
Link	https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/04/CURRIICULO-CONTEXTUALIZADO-PARA-GALAAPAGOS.pdf

Inicio

En 1998 se planteó la necesidad de una Reforma Educativa Integral para Galápagos. Hasta octubre de 2020, con un proceso participativo intersectorial, se construye el currículo para este territorio, dentro del marco del Acuerdo de Galápagos para la Educación (AGE).⁹³ El CCESG, basado en los objetivos de desarrollo sostenible de la ONU, conectó las destrezas del Currículo Nacional con catorce temas esenciales para la sostenibilidad de Galápagos y fue aprobado por el Ministerio de Educación el 31 de marzo de 2021, mediante el Acuerdo Ministerial MINEDUC-MINEDUC-2021-00016-A, para su aplicación obligatoria en todo el territorio insular.⁹⁴

Evidencia de éxito

Es una iniciativa que responde a un deseo histórico de la población y que fue construida de manera participativa, ya que recogía la visión de los miembros de la sociedad civil, sectores productivos, personas expertas y diversas ONG. Actualmente se encuentra en su segundo año de ejecución y el Ministerio de Educación está levantando información para su monitoreo y evaluación.

Descripción

Dadas las características únicas de Galápagos, el archipiélago oceánico mejor conservado del mundo, es fundamental que su población adquiera los conocimientos y las destrezas necesarias para garantizar su sostenibilidad.

⁹³ Acuerdo de Galápagos para la Educación, "Contextualización #CurrículoEducativoGalápagos", en Facebook [en línea], disponible en <<https://www.facebook.com/watch/?v=489591778697635&ref=sharing>>, fecha de consulta: 19 de octubre de 2022.

⁹⁴ Ministerio de Educación, "ACUERDO Nro. MINEDUC-MINEDUC-2021-00016-A" [en línea], disponible en <<chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/04/MINEDUC-MINEDUC-2021-00016-A.pdf>>, fecha de consulta: 19 de octubre de 2022.

El Ministerio de Educación de Ecuador, en colaboración con la ONG Ecology Project International, Programa Ecuador (EPI), impulsó esta iniciativa con el objetivo de que las y los estudiantes conecten el aprendizaje con temas esenciales para el desarrollo sostenible, como cambio climático, igualdad, justicia social, seguridad alimentaria, entre otros. De esta manera contextualizan la currícula a las prioridades de la región y crean una vinculación directa entre estos temas clave con las distintas asignaturas, enfatizando la Educación STEM y con enfoque en la indagación, experimentación y aplicación directa de los conocimientos.

Se estructuró en dos fases principales que vincularon a más de doscientos actores, quienes trataron sobre la situación socioambiental, política y educativa de la región. En una primera fase,

la intención fue comprender, desde las voces, sensaciones y expresiones de las y los habitantes, las problemáticas locales y expectativas en torno a la sostenibilidad del territorio, que transitan en lo cotidiano de la vida. Producto de esta fase, se determinaron las grandes ideas y los temas esenciales de Galápagos que la comunidad identificó como claves para el proceso de enseñanza-aprendizaje basados en las nociones generales de: economía, ambiente y sociedad, y en articulación a los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU.

En un segundo momento de desarrollo participativo:

se vinculó a profesionales de la educación (docentes de Galápagos, profesionales tanto de asesoría pedagógica como a nivel técnico, especialistas de currícula), para crear un trabajo colaborativo junto al equipo consultor, para la revisión y complementariedad de los componentes

de la currícula nacional vigente y para la construcción de nuevas Destrezas con Criterio de Desempeño (DCD) de sostenibilidad vinculadas a los temas esenciales de sostenibilidad de Galápagos que la comunidad identificó. Estas DCD fueron ubicadas en las áreas de Ciencias Naturales y Ciencias Sociales. La contextualización curricular para las islas Galápagos bajo el enfoque de Educación para la Sostenibilidad es el resultado de un ejemplar proceso participativo desarrollado en el territorio en el marco del Acuerdo Galápagos por la Educación, con actores de todos los sectores.⁹⁵

Relevancia

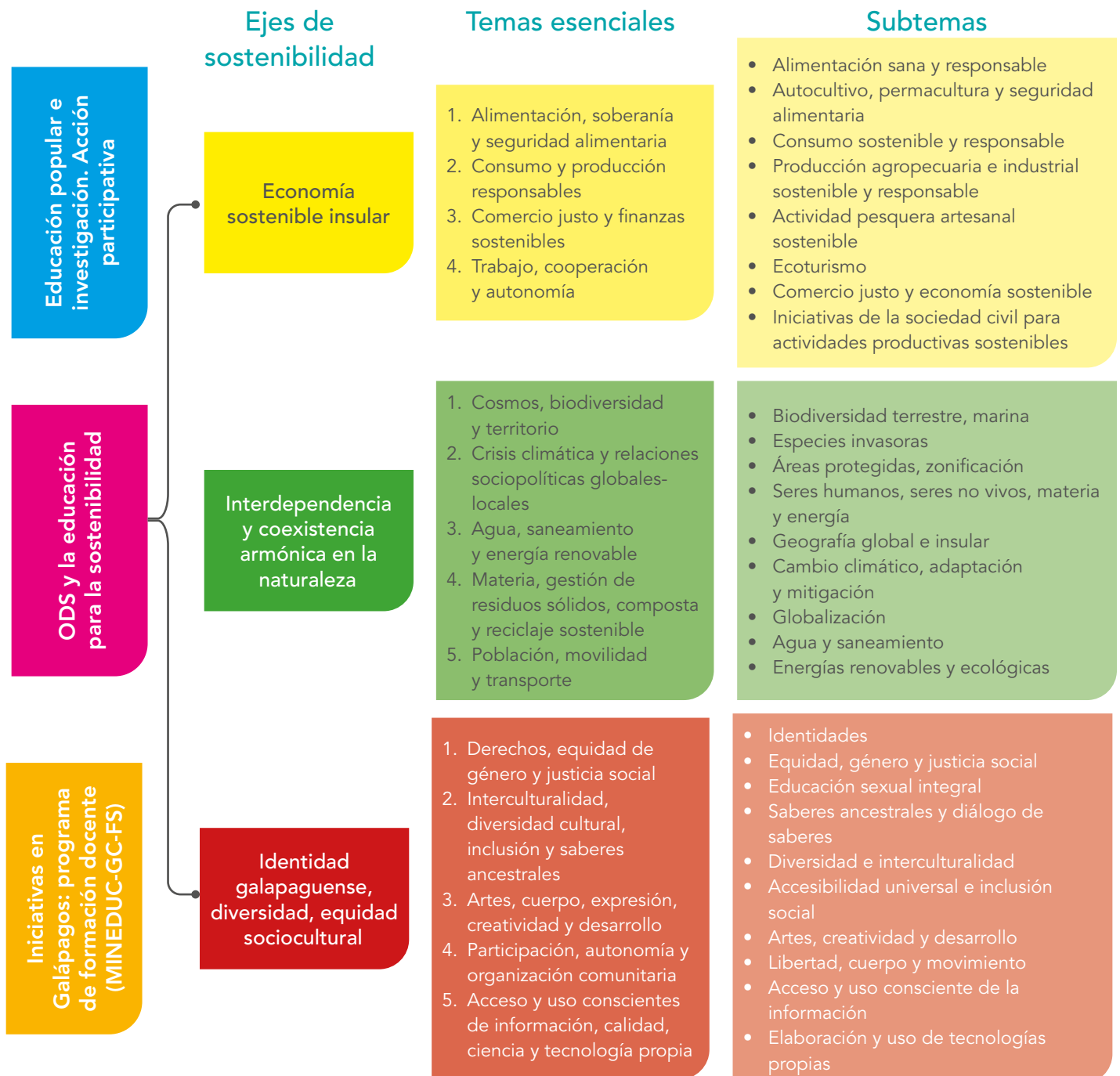
La contextualización curricular para Galápagos está diseñada desde el enfoque de Educación para la Sostenibilidad e integra la educación ambiental, tal como lo recomienda la UNESCO.⁹⁶ También en torno a los Derechos del Buen Vivir. Además, todos los elementos curriculares se organizan con el marco de los ODS, en concreto, su objetivo primordial es el cuarto: “busca garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos y todas”.

A continuación, en la figura 3, se presenta un esquema ilustrativo de la organización curricular contextualizada a un enfoque de sostenibilidad para las islas Galápagos. Este se divide en tres ejes de sostenibilidad principales, de los cuales se derivan catorce temas esenciales y treinta subtemas específicos. A su vez, estos están alineados con los objetivos de aprendizaje y disciplinas de la currícula nacional de Ecuador.

⁹⁵ MINEDUC Ecuador, “Contextualización curricular con enfoque en sustentabilidad para las Islas Galápagos”, en Ministerio de Educación de Ecuador [en línea], disponible en <<https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/04/CURRICULO-CONTEXTUALIZADO-PARA-GALAAPAGOS.pdf>>, fecha de consulta: 20 de octubre de 2022.

⁹⁶ UNESCO, *Learn for our planet...*, op. cit.

Figura 3. Contextualización curricular de las islas Galápagos: ejes, temas esenciales y subtemas de sustentabilidad



Fuente: MINEDUC Ecuador, *op. cit.*, p. 15. Información coconstruida con actores locales de Galápagos.

Caso 2.

Inspiración: Escuela Sustentable no. 294 de Jaureguiberry, Uruguay

Buscamos aquellas escuelas que cumplieran de manera general con los ámbitos clave de la Educación STEM (definidos en el capítulo tercero del presente documento). En especial, destacamos aquellas que tuvieran una currícula integrada, metodologías basadas en pedagogías activas, como el aprendizaje basado en proyectos (ABP), que estuvieran apegadas a las realidades de las y los estudiantes, y que permearan en su modelo educativo la visión de formar estudiantes para una ciudadanía plena.

Encontramos algunas escuelas inspiradoras, como es el caso de LEARNLIFE en Barcelona, cuyo objetivo es construir ecosistemas y comunidades de aprendizaje colaborativo. Reconocen que para solucionar problemas del mundo en el que vivimos, las personas necesitarán habilidades como agilidad, creatividad e innovación para resolver los desafíos futuros. Una de sus iniciativas de “Ecosistemas abiertos para un nuevo paradigma de aprendizaje permanente” es Nature Hub, diseñada para niñas y niños de entre seis y once años. Se localiza en un espacio inmerso en la naturaleza a veinte kilómetros de la ciudad de Barcelona, entre una playa y un bosque: “Esta hermosa ubicación se presta al foco del aprendizaje que tiene lugar allí. Permite a las y los jóvenes estudiantes sumergirse en su entorno natural y aprender de él”.⁹⁷

En Nature Hub de LEARNLIFE, uno de los aspectos innovadores a resaltar es la manera de organizar su currícula, objetivos y metodologías pedagógicas, de manera que cada elemento forma parte de un todo. Dividen su programa en tres etapas clave con base en la edad de las y los estudiantes: aventureros,

⁹⁷ Learnlife, “Nature hub” [en línea], disponible en <<https://www.facebook.com/wearelearnlife>>, 7 de febrero de 2022, fecha de consulta: 22 de noviembre de 2022 [traducción propia].

descubridores y pioneros. Su modelo está basado en un enfoque por competencias, las cuales cuentan con cinco áreas principales: aprender a ser, aprender a pensar, aprender a relacionarse, aprender a hacer y a aprender a vivir en el mundo. Todas las áreas tienen diferentes competencias que se desglosan en habilidades. Cada *sprint* de tres semanas en el que se dividen los tres ciclos tiene como objetivo cubrir un número específico de habilidades de forma recursiva. Las y los estudiantes trabajan en la misma habilidad en diferentes bloques, de modo que los conceptos se puedan transferir. Recopilan evidencia de su trabajo para que al final del ciclo reflexionen sobre su aprendizaje.

Otro caso relevante es el de las Forest Schools (Escuelas del Bosque), enfocadas en educación preescolar. De manera similar a Nature Hub, buscan que el espacio natural sea una fuente de aprendizaje que propicie el desarrollo holístico de las y los aprendices, y que se generen comunidades de aprendizaje que lo fortalezcan para toda la vida. Como mencionan en su descripción, “a través de la creación de experiencias inspiradas en el alumnado basadas en la exploración y el descubrimiento, reconocemos oportunidades para orientar el crecimiento integral a largo plazo”.⁹⁸ Las Escuelas del Bosque tienen su origen en países escandinavos, en la década de los años cincuenta.

La formación Forest Schools Education se ha impartido en países como Inglaterra, Gales, Escocia, Irlanda del Norte, Alemania, Malasia, Tailandia, Indonesia, Estados Unidos de América, Hong Kong, Nueva Zelanda y Australia. Han ayudado a docentes, personas facilitadoras de programas al aire libre y líderes comunitarios en su adopción y creación.⁹⁹

A continuación se presenta el caso de la Escuela Sustentable no. 294 de Jaureguiberry, Uruguay, como un caso inspirador

⁹⁸ Forest Schools, “What is Forest School? An introduction”, en Forest School [en línea], disponible en <<https://www.forestschools.com/pages/what-is-forest-school-an-introduction>>, fecha de consulta: 22 de noviembre de 2022 [traducción propia].

⁹⁹ *Idem*.

de escuela STEM. Es destacable cómo han incorporado de manera transversal e integral la riqueza del aprendizaje STEM, desde la manera en la que fue diseñado y construido el edificio y espacio físico, hasta sus prácticas pedagógicas. El proyecto ha sido desarrollado por la asociación TAGMA y comenzó con un objetivo claro en mente: crear la primera escuela sustentable en América Latina. Con inspiración en el modelo *Earthships*, buscaban obtener el máximo aprovechamiento de la energía del sol, agua, viento y tierra y sus principios de sustentabilidad. Después de varios desafíos, labor de recaudación de fondos y la colaboración de otras organizaciones, se construyó en Jaureguiberry, Uruguay en 2016. Es una institución pública multinivel, una propuesta sin antecedentes en la región, en la que las niñas y los niños se han apropiado del espacio, formando parte de una comunidad en la que participan e inciden activamente.



Nombre	Escuela Sustentable no. 294 de Jaureguiberry, Uruguay-TAGMA
Inicio	2016
Población objetivo	Niñas y niños de preescolar y primaria de Jaureguiberry; tiene una capacidad para noventa estudiantes.
Edades o grados	Preescolar y primaria
Ubicación	Sudamérica, Jaureguiberry, Uruguay
ODS relacionados	4. Educación de calidad 7. Energía asequible y no contaminante 10. Reducción de desigualdades
Eje estratégico	Educación STEM-Agenda 2030
Link	Tagma < https://somostagma.org/que-es-una-escuela-sustentable/ues-uy > y <i>Escuelas del Siglo XXI en América Latina y el Caribe</i> (Banco Interamericano de Desarrollo): < https://escuelassigloxxi.iadb.org/sites/default/files/2018-10/5.2_Multiniveles_Escuela_Sustentable_n294_de_Jaureguiberry.pdf >

Evidencia de éxito

Reconocida como “Práctica prometedora” por el Banco Interamericano de Desarrollo al considerarla como una de las “Escuelas para el siglo XXI en Latinoamérica y el Caribe”.

Descripción

Además de sus características únicas de diseño arquitectónico, las cuales dan pie a innovaciones que incorporan de manera interdisciplinaria a las disciplinas STEM (como paneles fotovoltaicos, reutilización del agua, captación del agua de la lluvia, cuidado de la ventilación y temperaturas de manera natural, huertos interiores y exteriores, materiales sustentables y reciclados de construcción, etc.), el principio que destaca como fundamental es el factor humano en su relación sostenible con el medioambiente: “El espacio debe de ser habitado y cuidado para su máximo funcionamiento”. La currícula básica se ve reforzada con énfasis en conocimientos relacionados a la protección del medioambiente, el uso responsable de los recursos, la colaboración, el reciclaje y la alimentación saludable. “Temas de ciencias, física, química, biología o matemáticas no solo se tratan teóricamente, sino que son analizados desde el funcionamiento de un edificio vivo, que cuida a sus habitantes y que requiere ser cuidado”.¹⁰⁰ El edificio también se ha convertido en un centro de actividades pensado, desde su concepción, como una escuela de puertas abiertas a la comunidad. Además incorporan talleres de huerto y alimentación saludable, nuevas tecnologías de robótica en el estudio de los suelos y proyectos de sustentabilidad sobre flora nativa.

En años recientes, las y los estudiantes de Jaureguierry han creado proyectos interdisciplinarios relevantes y pertinentes a la cultura local de ciencia y tecnología, como el “Proyecto de árboles nativos y códigos QR”.

¹⁰⁰ “Escuela Sustentable no. 294 de Jaureguierry” [en línea], disponible en <<https://docplayer.es/202897889-Escuela-sustentable-n-294-de-jaureguierry.html>>, fecha de consulta: 8 de febrero de 2023.

Relevancia

Esta iniciativa ha sido reconocida a escala mundial y ha ganado diversos premios internacionales. Hoy, esta organización tiene como objetivo crear una red de escuelas sustentables en América Latina, de las cuales ya han construido tres escuelas, además de la de Uruguay, en Argentina, Chile y próximamente en Colombia. Además, cuentan con un proyecto de construcción de aulas sustentables para la enseñanza de recursos pedagógicos.



Caso 3.

Formación de profesionales de la educación: Fundación Haus der kleinen Forscher, Alemania

La formación de profesionales de la educación es clave para el desarrollo de iniciativas educativas STEM de calidad, entre las que destacan numerosos programas mundiales que han impulsado y reforzado las capacidades de las y los actores de la educación, para diseñar experiencias educativas STEM y brindar educación de calidad que permita a las niñas, niños, adolescentes y jóvenes hacer frente a los desafíos del siglo XXI desde distintos ámbitos de acción, de acuerdo con el contexto y necesidades de cada región.

Por ejemplo, la iniciativa “Experimento Araucanía” en Chile fue reconocida por la UNESCO en 2019 como uno de los proyectos destacables en formación de profesionales de la educación en relación con la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS). El programa, elaborado por dos unidades de investigación de la Universidad Pontificia Católica de Chile, está presente en una de las regiones rurales más pobres y densamente pobladas de Chile. Uno de sus pilares principales es aprovechar y reconocer el conocimiento indígena sobre la ciencia y la EDS para mejorar la vida de las personas.¹⁰¹

Además, este programa resalta la importancia de la formación particular de mujeres y hombres líderes educativos como directivos escolares en disciplinas y conocimiento especializado para el despliegue de programas educativos STEM de calidad. Con el fin de transformar una escuela tradicional en una que

¹⁰¹ UNESCO, “Chile teacher training programme brings green science to life in indigenous regions”, *op. cit.*

adopte la integración STEM, y para sostener esa transformación, las y los líderes en formación deben aprender a fomentar y liderar el cambio, especialmente en centros de educación temprana y primaria baja: “La capacitación en liderazgo STEM es una piedra angular para garantizar que quienes dirigen los centros y otras personas que lideran instituciones educativas, estén equipadas con el conocimiento, las habilidades y las disposiciones críticas para crear y liderar de manera efectiva la integración STEM a nivel escolar”.¹⁰² Por ejemplo, la Comisión de Educación de Estados Unidos de América (2021) señala que Idaho, Nevada, Ohio, Tennessee y Utah se encuentran entre los estados de ese país que han desarrollado iniciativas STEM de liderazgo para capacitar a las y los administradores y al personal escolar para dirigir y asistir en el cambio transformador de STEM a nivel escolar con éxito.

Existen muchas iniciativas de calidad en la profesionalización docente y formación de profesionales de la Educación STEM; sin embargo, para este apartado se considera relevante el trabajo de la Fundación Haus der kleinen Forscher (La casa de los pequeños científicos) en Alemania. Es la iniciativa de profesionalización docente más grande de dicho país para la educación inicial y primaria en el campo de Educación STEM para el Desarrollo Sostenible, la cual asegura la equidad de acceso a experiencias relevantes relacionadas con esta área a todas las personas en la región, sin importar su condición socioeconómica o ubicación geográfica. La fundación identifica que los retos del siglo XXI requieren de habilidades específicas y profesionistas con interés en estas disciplinas, que se dediquen a la resolución de problemas de manera responsable y en equilibrio con la naturaleza. Quienes trabajan para esta iniciativa sostienen que este interés y habilidades pueden promoverse desde edades tempranas.

¹⁰² Zinth y Weyer, “Leadership training: a cornerstone of P-3 STEM”, Denver, Policy Brief, Education Commission of the States [en línea], disponible en <https://www.ecs.org/wp-content/uploads/Leadership_Training_A_Cornerstone_of_P-3_STEM.pdf>, fecha de consulta: 22 de noviembre de 2022 [traducción propia].

Nombre	Stiftung Haus der kleinen Forscher (Fundación "La casa de los pequeños científicos")
Inicio	2006 a la fecha
Edades o grados	Formación docente para educadoras y educadores de estudiantes de entre tres y diez años (preescolar y primaria)
Población objetivo	Docentes, educadoras y educadores de preescolar y primaria en Alemania
Ubicación	Alemania
Impacto	• Disponible para 85% de los centros de educación temprana y de atención temprana; 84% de centros extraclase, y en 73% de las escuelas primarias de Alemania que pertenecen a la red. • Cerca de 84 000 docentes de aproximadamente 34 400 instituciones de primera infancia y primaria han participado en capacitaciones. • Alrededor de 2.9 millones de niñas y niños asisten a los centros educativos participantes (más de 1.8 millones en primera infancia y más de 1.1 millones en educación primaria). • Más de 5 800 centros de educación para la primera infancia, centros educativos extraclase y escuelas primarias han cumplido una serie de requisitos y se han certificado como escuelas "Haus der kleinen Forscher".

ODS relacionados	4. Educación de calidad 10. Reducción de las desigualdades
Eje estratégico	Educación STEM-Agenda 2030 (desarrollo sostenible)
Link	https://www.haus-der-kleinen-forscher.de/en/professional-development/pedagogic-vision

Evidencia de éxito

Todas las actividades están acompañadas por evidencia científica y son evaluadas de manera constante e interna. Asimismo, un comité científico compuesto por especialistas independientes de distintas áreas sigue las investigaciones y monitoreos de la fundación a la que asesora. Además de las evaluaciones internas, que tienen como finalidad asegurar la calidad y desarrollo del trabajo de la fundación, se efectúan evaluaciones externas en el marco del acompañamiento externo a largo plazo por medio de investigaciones de personas e instituciones aliadas a la fundación, así como proyectos de investigación independientes.¹⁰³

Descripción

Haus der kleinen Forscher o “La casa de los pequeños científicos” es una organización de Alemania sin fines de lucro comprometida con mejorar la educación de niñas y niños de niveles inicial y primario mediante programas de desarrollo profesional docente; está enfocada en las ciencias, tecnología, ciencias

¹⁰³ Kleine Forscher, *Facts and figures: “Haus der kleinen Forscher” foundation*, Berlín, Haus der Kleinen Forscher [en línea], disponible en <https://www.haus-der-kleinen-forscher.de/fileadmin/Redaktion/3_Aktuelles/Presse/Infomappe_Hintergrundinfos/Q4_2022_Facts_Figures_english.pdf>, fecha de consulta: 23 de noviembre de 2022.

computacionales y matemáticas para el desarrollo sostenible.¹⁰⁴
Sus principales actividades son las siguientes:

- + Fomentar y proveer de manera continua conceptos de desarrollo profesional docente, así como recursos pedagógicos para educadoras y educadores de primera infancia, docentes de primaria y personas interesadas
- + Formar a “facilitadoras y facilitadores” (modelo *train the trainers*) que, a su vez, capaciten a docentes en las redes locales
- + Desarrollar y construir redes sostenibles, con la ayuda de alianzas locales, y asesorar y prestar servicios a estas redes
- + Sustentar el desarrollo de la calidad de las instituciones educativas certificándolas como “Haus der kleinen Forscher”

Su modelo pedagógico se basa en los principios de la Educación para el Desarrollo Sostenible y en el aprendizaje basado en la indagación; esto es, en metodologías activas que incluyen elementos como la exploración, los principios del método científico, la reflexión, el pensamiento crítico y la cooperación desde edades tempranas. Reconocen que “la tecnología, la digitalización y las consecuencias del cambio climático y la desigualdad social influyen cada vez más en nuestra vida cotidiana”,¹⁰⁵ por lo que su visión es contribuir a que las personas puedan desenvolverse bien en este mundo que cambia rápidamente y a que sean ellas mismas agentes de cambio. Ven la educación temprana como “la clave para poder enfrentar con éxito los desafíos de un mundo complejo”.¹⁰⁶

¹⁰⁴ *Ibidem*, p. 1.

¹⁰⁵ Kleine Forscher, “Vision and mission of the ‘Haus der Kleinen Forscher’ foundation”, en Haus der Kleinen Forscher [en línea], disponible en <https://www.haus-der-kleinen-forscher.de/fileadmin/Redaktion/Englisch/AboutUs/170629_Vision_Mission_englisch.pdf>, fecha de consulta: 23 de noviembre de 2022 [traducción propia].

¹⁰⁶ *Idem*.

Relevancia

La Fundación Haus der kleinen Forscher es la iniciativa de formación docente más grande de Alemania en el campo de la educación temprana. Con un programa de desarrollo profesional continuo y recursos pedagógicos prácticos, asiste a las y los educadores de la primera infancia y a docentes de primaria en STEM. Además, auxilia a las instituciones educativas para que se desarrollen constantemente ofreciendo a niñas y niños entornos favorables para su crecimiento y aprendizaje. Su foco y capacidad de escalar lo hacen un caso digno de estudio.



Caso 4.

Educación no formal: After School Roberto Rocca del Grupo Techint, Argentina, Uruguay, Brasil, Colombia, México, Rumania y Estados Unidos de América

Los programas *afterschool* se llevan a cabo fuera del horario escolar (como su nombre en inglés lo indica). La Educación STEM ha cobrado cada vez más relevancia en este tipo de ambientes de aprendizaje, ya que, al llevarse a cabo en entornos más flexibles y sin calificaciones, ayudan a las y los estudiantes a contactar con el gozo de aprender, generar competencias que enriquezcan su crecimiento, descubrir sus aspiraciones y talentos, encontrarse en entornos de desarrollo positivo con otras niñas, niños y jóvenes, y hacer énfasis en la educación socioemocional. Los programas fuera del horario escolar pueden trabajar también con competencias académicas directamente, pero siempre de forma muy activa y buscando que sea divertido, cognitivamente retador y al mismo tiempo accesible: que no sea “más de lo mismo”. También se enfocan en deportes, artes o las disciplinas STEM. Su ejecución y propuesta varían según el contexto y los fondos con los que se cuente, pero deben tener ciertos estándares de calidad para realmente cumplir su promesa, como tener asistencia regular. Un *afterschool* es distinto de una oferta de actividades extracurriculares inconexas; es, en realidad, una verdadera comunidad.

La Alianza Regional STEM de Tulsa (Tulsa Regional STEM Alliance, TRSA) focaliza su trabajo en programas extracurriculares como programas extraclase y de verano. En 2015, formó una co-

munidad de práctica con ellos recopilando datos a través de una herramienta de observación con dimensiones de éxito específicas para entornos de educación no formal en STEM, con la finalidad de mejorar continuamente sus programas.¹⁰⁷ Dicho marco de dimensiones se presenta a continuación para orientar el diseño y la evaluación de programas de educación no formal STEM.

Cuadro 6. Marco de dimensiones de éxito para programas de educación no formal STEM

Características del ambiente de aprendizaje	Actividades participativas	Contenido y prácticas STEM	Desarrollo de las niñas, niños y jóvenes en STEM
Organización	Participación	Contenido educativo STEM	Relaciones
Materiales	Actividades con propósito	Indagación	Relevancia
Utilización del espacio	Involucramiento con STEM	Reflexión	Voz de las niñas, niños y jóvenes

Fuente: Traducción con base en PEAR, *op. cit.*

¹⁰⁷ PEAR, *Partnerships to transform STEM learning. A case study of Tulsa, Oklahoma's ecosystem*, en The PEAR Institute: Partnerships in Education and Resilience [en línea], disponible en <463c9f23e0c5.filesusr.com/ugd/d30660_efee681192be4e70a700361bae13b6cd.pdf>, fecha de consulta: 9 de octubre de 2022.

En los últimos años, ha habido un auge mundial de programas *afterschool*. Un ejemplo de programas evaluados y con base en evidencia es 4-H Tech Wizards en Estados Unidos de América:

es una organización, sin fines de lucro, que forma parte de *Cooperative Extension*, una comunidad de más de cien universidades públicas en todo el país que ofrece experiencias en las que las niñas, niños y jóvenes aprenden haciendo. Durante más de cien años, 4-H ha dado la bienvenida a jóvenes de todas las creencias y orígenes, dándoles [...] una voz para expresar quiénes son y cómo son capaces de mejorar sus vidas y sus comunidades. Los programas 4-H se basan en la convicción de que las niñas y niños aprenden mejor haciendo. [...] completan proyectos prácticos en áreas como ciencia, salud, agricultura y participación cívica, en un entorno positivo donde reciben orientación de mentoras y mentores adultos y se les anima a asumir roles de liderazgo proactivo. Las y los estudiantes pueden concentrarse en un área de enfoque o pueden probar una variedad de programas a lo largo de su experiencia 4-H.¹⁰⁸

De acuerdo con un estudio publicado por el *Afterschool Alliance* (2013) en Estados Unidos de América, los programas *afterschool* con foco en STEM, cuando son de calidad, han demostrado tener un impacto significativo en cultivar y promover aspiraciones y habilidades STEM en diversos grupos de estudiantes de edades distintas. En los resultados de este estudio se proponen indicadores clave que ayuden a educadoras, educadores y líderes de estas iniciativas a identificar el progreso del estudiantado dentro del programa, en relación con las disciplinas STEM. Asimismo, se

¹⁰⁸ 4-H, "What is 4-H?" [en línea], disponible en <<https://4-h.org/about/what-is-4-h/>>, fecha de consulta: 23 de noviembre de 2022 [traducción propia].

presentan subindicadores que representan dimensiones específicas y medibles de estos indicadores.

Cuadro 7. Indicadores y subindicadores para programas *after-school* con enfoque en STEM

Indicadores	Subindicadores
1. Participación activa en oportunidades de aprendizaje STEM 2. Curiosidad acerca de temas, conceptos o prácticas en STEM 3. Involucrarse activamente en procesos de investigación STEM 4. Conocimiento / conciencia sobre las profesiones STEM 5. Comprender el valor que aporta STEM a la sociedad / comunidad	• Participación activa y enfoque en actividades de aprendizaje STEM • Demostrar habilidades para trabajar en equipo y conducir investigaciones STEM • Cuestionamientos e investigación activa sobre temas, conceptos o prácticas STEM • Comprensión / conocimiento de la variedad de carreras relacionadas a los diferentes campos de estudio en STEM • Comprensión de la importancia de STEM en la vida cotidiana, incluyendo aspectos de la vida personal • Demostrar dominio de habilidades STEM • Comprobar habilidades de resolución de problemas aplicadas a investigaciones STEM • Demostrar conciencia en torno a las oportunidades que ofrece STEM para impactar y contribuir en la sociedad

Fuente: elaboración propia con información traducida de Afterschool Alliance, *Defining youth outcomes for STEM learning in afterschool*, Afterschool Alliance, STEM and Afterschool [en línea], disponible en <http://www.afterschoolalliance.org/stem_outcomes_2013.pdf>, fecha de consulta: 20 de diciembre de 2022.

A continuación, se presenta el caso del programa After School Roberto Rocca, del Grupo Techint, el cual ha sido diseñado para el contexto particular de comunidades socioeconómicamente marginadas en varios países de América Latina, Rumania y Estados Unidos de América. Este programa, en particular, ha puesto en marcha diversas evaluaciones para medir de manera interna y externa sus resultados y basan sus planes de mejora continua en estas evaluaciones cualitativas y cuantitativas. Busca despertar la curiosidad, el gozo y el interés de niñas, niños y adolescentes por aprender con foco en STEM, y así contribuir a que imaginen y accedan a nuevas posibilidades de crecimiento. En el programa, también se generan habilidades necesarias para el siglo XXI con las cuales las niñas y niños descubren sus talentos.



Nombre	ExtraClase / Afterschool Grupo Techint
Inicio	2013 a la fecha
Población objetivo	Niñas, niños y adolescentes en riesgo que habitan contextos urbanos marginados o semiurbanos en las comunidades focalizadas por el Grupo Techint
Edades o grados	Estudiantes de entre seis y doce años; en el 2019, el programa atendió a más de 1 500 estudiantes
Ubicación	Se implementa en nueve comunidades, de las cuales siete están localizadas en América Latina: Campana y Ramallo (Argentina), Pindamonhangaba (Brasil), Cartagena (Colombia), Veracruz y Monterrey (México) y Montevideo (Uruguay). Fuera de América Latina se encuentran en Zalau (Rumania) y Blytheville (Estados Unidos de América).
ODS relacionados	4. Educación de calidad 10. Reducción de las desigualdades 13. Acción por el clima 17. Alianzas para lograr los objetivos
Eje estratégico	Promueve los cuatro ejes estratégicos

Link

“The joy of learning through curiosity and experiential learning: afterschool programs in Latin America to provide a better start for children in vulnerable communities”, <https://www.k12digest.com/the-joy-of-learning-through-curiosity-and-experiential-learning-afterschool-programs-in-latin-america-to-provide-a-better-start-for-children-in-vulnerable-communities/>

Evidencia de éxito

Evaluación externa por STEM Academia y evaluación interna utilizando el Common Instrument Suite (CIS), instrumento avalado por el Instituto PEAR de Harvard para medir actitudes y percepciones relacionadas con disciplinas STEM. También basan su éxito en distintos indicadores como asistencia a la escuela y al programa, permanencia y transición efectiva a secundaria, entre otros.

Descripción

El programa After School Roberto Rocca del Grupo Techint tiene como objetivo: “Brindar a las niñas y los niños un espacio de enriquecimiento seguro y divertido en donde tengan la oportunidad de descubrir sus talentos, y fraguar sus aspiraciones con un enfoque en STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas)”.¹⁰⁹ Proveen educación no formal gratuita y de calidad por medio de un programa con foco en STEM. Llevan a cabo actividades secuenciales, activas, focalizadas y explícitas con las niñas, niños y

¹⁰⁹ M. Gras, “The joy of learning through curiosity and experiential learning: afterschool programs in Latin America to provide a better start for children in vulnerable communities”, en *K-12 Digest* [en línea], disponible en <https://www.k12digest.com/the-joy-of-learning-through-curiosity-and-experiential-learning-afterschool-programs-in-latin-america-to-provide-a-better-start-for-children-in-vulnerable-communities/>, fecha de consulta: 23 de noviembre de 2022 [traducción propia].

adolescentes cuatro días de la semana después de la escuela, lo que propicia interacciones positivas y un ambiente seguro.

La oferta incluye STEM, artes, matemáticas, lengua, recreación y educación socioemocional. El estudiantado formula semestralmente una propuesta para solucionar un problema socioambiental relevante para ellos por medio de la innovación, del aprendizaje basado en proyectos y mediante STEM; son asesorados por profesionistas de diversos ramos. Padres, madres y toda la comunidad celebran el aprendizaje cada semestre en una gran muestra abierta de proyectos.

También visitan empresas, industrias, oficios, museos, centros científicos, entre otros. El programa After School Roberto Rocca del Grupo Techint ha sido diseñado con principios del constructivismo pedagógico para favorecer el aprendizaje vivencial y por experiencia. Para ello, se valen de la enseñanza indagatoria de la ciencia, el aprendizaje logrado mediante el juego, el aprendizaje basado en proyectos y el aprendizaje basado en problemas, la disciplina positiva y una currícula sólida en matemáticas y ciencia. Con estas metodologías, las y los estudiantes se familiarizan con un amplio abanico de oportunidades de aprendizaje; desarrollan habilidades necesarias para el siglo XXI como la creatividad, la resolución de problemas, el pensamiento crítico, la comunicación y colaboración, aprender a aprender, la autogestión y autorregulación, y diseñan su propio plan de vida y carrera. El programa se enfoca, de manera especial, en generar un clima positivo para el aprendizaje, un ambiente seguro para el desarrollo integral del estudiantado, y en fomentar el aprendizaje socioemocional de forma transversal. Para lograrlo destinan al menos ochenta horas a capacitación anual, efectúan observaciones de aula de forma sistemática y organizan comunidades de aprendizaje por sede y globales; además, reciben asesoría por especialistas en un esfuerzo constante de mejora continua.

Relevancia

De acuerdo con Gras, se han documentado resultados tangibles de este programa; algunos indicadores clave son los siguientes:¹¹⁰

- + 78% de estudiantes demostraron participación y permanencia continua en el programa.
- + Resultados en matemáticas: STEM Academia en colaboración con PREST elaboró una evaluación experimental en 1 083 estudiantes en Argentina, Brasil, Colombia, México y Uruguay. Después de un año de ejecución del plan de estudios de matemáticas, las y los niños mejoraron, en promedio, el equivalente a un año adicional de educación.

En cuanto a su interés en STEM, 66% del estudiantado encuestado respondió que su interés por las ciencias había aumentado: 75%, por la tecnología; 55%, por la ingeniería, y 53%, por las matemáticas. Cuando se les preguntó sobre sus opciones de carrera, más de 48% respondió que quería “más o mucho más” un trabajo STEM en el futuro, 24% no cambió su actitud al respecto y 28% quería “menos o mucho menos” un trabajo STEM en el futuro.



¹¹⁰ *Idem.*

Caso 5.

Foco en mujeres: Techbridge Girls, Estados Unidos de América

Muchas niñas, adolescentes y jóvenes experimentan múltiples barreras que imposibilitan su desarrollo integral, en el cual se incluye el acceso a educación de calidad. Entre dichas limitaciones están la falta de acceso; deficiencias socioeconómicas; preconcepciones familiares, de la comunidad y propias de las niñas; distintos tipos de violencia (en entornos tanto físicos como virtuales); abuso psicológico y sexual; embarazo adolescente; responsabilidades que no son propias de su edad (como el cuidado de familiares, labores domésticas, etc.); trabajo infantil; matrimonios y divorcios a temprana edad, entre muchas otras amenazas y barreras.¹¹¹ Existen otras más que específicamente alejan a las niñas, adolescentes, jóvenes y mujeres en América Latina y el Caribe de oportunidades educativas y laborales, y de poder seguir una trayectoria educativa y profesional en disciplinas STEM, como estereotipos de género, influencia familiar y social en decisiones vocacionales, brechas de género de autoconcepto y autoeficacia, ansiedad en matemáticas, segregación entre profesiones consideradas “femeninas y masculinas”, por mencionar algunas.¹¹²

El reto no es menor: mitigar las barreras que conforman las brechas de género en STEM requiere de esfuerzos multisectoriales y de colaboración en lo público y privado para crear y sostener una red integral de soporte para las niñas, adolescentes, jóvenes y mujeres, así como para quienes forman parte de grupos vulnerables como personas con discapacidad, indígenas

¹¹¹ M. Gras (coord.) y C. Alí, *Crear trayectorias de vida y bienestar para niñas y adolescentes: perspectivas del trabajo de campo en Paraguay, Ecuador y República Dominicana*, manuscrito no publicado, 2020; M. Gras y C. Alí, *Trayectorias de bienestar para niñas y adolescentes en riesgo*. Conversatorios sociales, manuscrito no publicado, 2020.

¹¹² M. Gras y C. Alí, *Estrategia Educación STEM para México*, op. cit.

y población migrante, entre otras minorías. Al excluir a las mujeres directa o indirectamente de las disciplinas STEM, los países pierden la visión y capacidad de más de la mitad de la población e incurrir en una terrible injusticia social. La representación de las mujeres en la ciencia y la tecnología abona a la innovación y resolución de los grandes retos que enfrentamos: cambio climático, salud, pobreza, desigualdad, entre otros.¹¹³

En el ámbito de las ciencias, se ha hablado recientemente del “Efecto Matilda” que han vivido muchas mujeres científicas alrededor del mundo durante siglos. Este fenómeno, de acuerdo con Llorente, se refiere a la acción de “suprimir la contribución de las mujeres en el desarrollo de inventos o en la investigación, y también el reconocimiento frecuente de su trabajo a sus colegas masculinos”.¹¹⁴ Este nombre es acuñado por primera vez por Margaret Rossiter, en honor a Matilda Joslyn Gage, una sufragista y abolicionista de finales del siglo XIX en Estados Unidos de América que luchó por los derechos de las mujeres y de las minorías, especialmente en el campo de las ciencias, y fue la primera en denunciar este efecto de forma pública. Rossiter, quien es profesora retirada de la Universidad Cornell, de Estados Unidos de América, dedicó toda su vida a buscar nombres perdidos de mujeres científicas no documentadas en los libros: “en su investigación, observó que este patrón de invisibilidad femenina se repetía una y otra vez en la ciencia. Desde el hecho de que los hombres toman el crédito del trabajo de las mujeres, que las mujeres no ganan tantos premios como ellos, que no consiguen empleo en campos científicos o que son recluidas”.¹¹⁵

La campaña #NoMoreMatildas (No Más Matildas), impulsada por la Asociación de Mujeres Investigadoras y Tecnólogas

¹¹³ *Idem.*

¹¹⁴ A. Llorente, “Día de la Mujer: qué es el ‘efecto Matilda’ que invisibiliza a las mujeres en la ciencia”, en BBC News Mundo [en línea], disponible en <<https://www.bbc.com/mundo/noticias-55990900>>, fecha de consulta: 23 de noviembre de 2022.

¹¹⁵ *Idem.*

(AMIT) en Europa, busca recuperar a las científicas que han sido silenciadas, olvidadas u opacadas “llevándolas a los libros de texto para que despierten con su ejemplo, sus hallazgos y aportaciones, la vocación científica de todas esas niñas a las que, hasta hoy, se les ha hecho pensar que la ciencia era cosa de hombres”, ya que consideran que “la falta de referentes femeninos tiene un impacto en las aspiraciones profesionales de las niñas que se traduce en una menor presencia en las carreras STEM”.¹¹⁶

Son muchos los esfuerzos que se están haciendo a nivel mundial para mitigar los obstáculos mencionados y brindar oportunidades educativas STEM relevantes a las niñas, adolescentes y jóvenes. Aún queda mucho por hacer, pero concientizar a la sociedad y a la comunidad educativa de la importancia de que las niñas, adolescentes y jóvenes tengan acceso a estas oportunidades es un buen punto de partida. UNICEF (2020) menciona cuatro puntos relevantes que destacan la importancia de la Educación STEM en ello.

- + Abre oportunidades para que las niñas desarrollen habilidades transferibles para navegar y cumplir con las demandas del mercado laboral y el emprendimiento.
- + Alienta a las niñas a pensar como innovadoras.
- + Contribuye al desarrollo de las niñas en lengua y aritmética.
- + Actualmente, los sectores de empleo tradicionales están disminuyendo en respuesta a la automatización, mientras que la innovación abre nuevos empleos que exigen habilidades diferentes. Sin habilidades STEM —pensamiento crítico, resolución de problemas y habilidades digitales, entre otras—, las niñas y mujeres quedarán aún más atrás de la igualdad en la participación económica y social.¹¹⁷

Un ejemplo de una iniciativa que partió de reconocer la brecha en el involucramiento de las niñas y mujeres en disciplinas STEM en

¹¹⁶ AMIT, #No More Matildas [en línea], disponible en <<https://www.nomorematildas.com/>>, fecha de consulta: 23 de noviembre de 2022 [traducción propia].

¹¹⁷ UNICEF, ITU, op. cit.

América Latina es el Programa KuñaTIC, impulsado por la Fundación Paraguay Educa, cuyo objetivo es empoderar a niñas y mujeres mediante talleres y tutorías para fomentar las habilidades tecnológicas necesarias para competir en el mercado tecnológico global. Este programa ha sido evaluado por organizaciones aliadas como Plan Internacional y ha demostrado resultados prometedores, lo que aumenta el interés de las participantes respecto a las TIC; además, ha sido reconocido por la UNESCO como una buena práctica para el desarrollo sostenible. El programa cuenta con tres etapas clave: a) convocatoria y diagnóstico participativo amplios e inclusivos a las niñas y mujeres de la comunidad, tanto de zonas urbanas como rurales; b) promoción de pensamiento computacional y fluidez digital mediante talleres y charlas que generan habilidades blandas y tecnológicas; c) desarrollo del pensamiento computacional por medio de proyectos.¹¹⁸

Asimismo, se centra en cuatro ejes de acción específicos para niñas, adolescentes y mujeres: empoderamiento y ciudadanía digital, cultura emprendedora, pensamiento computacional, y viernes temáticos: mujeres en tecnología.

Uno de los programas pioneros con más de veinte años de trayectoria en acercar a las niñas a las oportunidades de Educación STEM es el programa Techbridge Girls, el cual comenzó en 1990 en Oakland, California, y se ha expandido a lo largo de todo Estados Unidos de América impactando a más de veinticinco mil niñas, adolescentes y jóvenes por año.¹¹⁹

En la década de los años noventa, el área de San Francisco creció exponencialmente debido a las universidades, industrias de tecnología e innovación, y *start-ups* concentradas en el área. Las fundadoras de Techbridge Girls reconocieron que, a pesar de este progreso y de que las posibilidades eran “infinitas”, las

¹¹⁸ Paraguay Educa, *Programa KuñaTIC*, en Paraguay Educa [en línea], disponible en <<http://paraguayeduca.org/kunhatic/>>, fecha de consulta: 23 de noviembre de 2022.

¹¹⁹ Techbridge Girls [en línea], disponible en <<https://www.techbridgegirls.org/>>, fecha de consulta: 23 de noviembre de 2022.

mujeres y niñas quedaban excluidas de estas oportunidades. Por ello, se preguntaron “¿Qué pasaría si las niñas de Oakland tuvieran la oportunidad de aprender cómo la ciencia podría resolver los problemas médicos que afectan a las personas en sus familias o cómo la ingeniería ayudaría a limpiar el aire en su vecindario?, ¿qué ocurriría si las niñas tuvieran la oportunidad de conocer modelos a seguir que usaran STEM para el bien social?, ¿qué sucedería si las niñas supieran de sus maestras y maestros, padres, madres y pares, que tienen lo que se necesita para ser unas científicas de la computación, ingenieras o investigadoras de ciencias?”. Con estas interrogantes y propósitos en mente, Techbridge, con apoyo de la Fundación Nacional de Ciencias de Estados Unidos de América, comenzó como un programa extra-clase en Oakland que acercaba a las niñas modelos de rol de las grandes industrias de la zona.¹²⁰

Ahora, la organización cuenta con más de siete programas distintos que abarcan desde desarrollo profesional docente, consultoría y capacitación para organizaciones, hasta iniciativas específicas para niñas, adolescentes y jóvenes de distintas edades.



¹²⁰ *Idem.*

Nombre	Techbridge Girls
Edades o grados	Programas en modalidades diversas para niñas de grados 3° a 12° (primaria media y alta, secundaria y media superior)
Población objetivo	Niñas, adolescentes y jóvenes; en paralelo trabajan con docentes, personal directivo, investigadoras e investigadores, organizaciones aliadas, etcétera
Ubicación	Estados Unidos de América
ODS relacionados	4. Educación de calidad 5. Igualdad de género 10. Reducción de desigualdades
Eje estratégico	Educación STEM-Inclusión con perspectiva de género y foco en mujeres
Link	Techbridge Girls < https://www.techbridgegirls.org/ >

Evidencia de éxito

Cada año se lleva a cabo una evaluación de impacto del programa con el objetivo de medir hasta qué punto se alcanzaron los resultados básicos deseados para las niñas, así como la forma en que las y los educadores, las familias y los modelos a seguir pudieron participar con éxito en el programa para auxiliar a las

estudiantes en sus trayectorias STEM. En el caso particular de 2020, se creó en alianza con Aspect Research + Evaluation, un marco de análisis e interpretación de datos para reconocer los retos y las oportunidades que han surgido a consecuencia de la pandemia de covid-19.

Descripción

Techbridge Girls rediseña la forma en que las estudiantes de comunidades marginadas experimentan STEM al catalizar el tiempo fuera de la escuela, con sustento de las y los educadores STEM, profesionales en educación y personas en defensa de la equidad, mediante capacitación y planes de estudio, programas y eventos que promueven el acceso, la pertenencia y la persistencia de las niñas y adolescentes en STEM.¹²¹ Entre sus programas clave, están las siguientes:

- + *Ignite* (encender), 3° de primaria a 8° (2° de secundaria): introduce y motiva a las estudiantes en disciplinas STEM al acercarlas a una gran variedad de experiencias divertidas con el objetivo de aumentar su curiosidad, fomentar que continúen explorando y se interesen en estas disciplinas.
- + *Inspire* (inspirar), 3° a 5° grados de primaria: alienta a las niñas a explorar una gran variedad de actividades vivenciales STEM, lo que les permite extraer conceptos de estas disciplinas para llevarlos a la vida cotidiana.
- + *ChangeMakers* (agentes de cambio), 6° de primaria a 8° grado (2° de secundaria): tiene como objetivo que las niñas y adolescentes construyan una identidad STEM y un sentido de pertenencia hacia sus disciplinas para que permanezcan en esta trayectoria.
- + *STEM Events* (eventos STEM), secundaria: voluntarias y voluntarios alientan a las estudiantes a explorar la riqueza de STEM y de las distintas trayectorias profesionales; asimismo, abren oportunidades para ellas en un evento exclusivo para niñas.

¹²¹ *Idem.*

- + *Pathway to Persistence* (camino a la persistencia), media superior: es una comunidad en la que exalumnas del programa acceden a una red nacional, a recursos para perseguir sus intereses STEM y para que construyan su capital social con el cual navegar por sus aspiraciones.

Relevancia

Techbridge Girls desafía los prejuicios de género, raza y clase en los campos y la cultura STEM mediante el desarrollo de planes de estudio STEM que son sensibles al género y culturalmente relevantes, pues ayudan a las niñas a ver su linaje, comunidad e intereses STEM para forjar un camino hacia el éxito. Su objetivo es llegar a un millón de niñas para el año 2030, y con ello impactar a las y los educadores, así como promover la eliminación de las barreras que enfrentan las niñas para persistir en STEM.¹²²



¹²² *Idem.*

Caso 6.

Educación no formal en museos: Universum, Museo de las Ciencias de la UNAM, México

Las oportunidades de Educación STEM no están limitadas a un aula, laboratorio o entorno formal de aprendizaje. Si bien las escuelas e instituciones educativas tienen una función fundamental en la formación de estudiantes al proveerles de experiencias para acercarse a las distintas disciplinas STEM de forma integrada, mientras desarrollan habilidades para el siglo xxi, en ocasiones, barreras como el tiempo, espacio, acceso a recursos o, a veces, la misma currícula, limitan estas vivencias. Es por ello que las instituciones y organizaciones de educación no formal, como museos, acuarios, bibliotecas, entre otras, deben tomar una función estratégica como aliados en la promoción de oportunidades de aprendizaje STEM mediante colaboraciones con las escuelas y el diseño de experiencias enriquecedoras de aprendizaje STEM para la comunidad educativa (docentes, estudiantes, madres y padres de familia, personal directivo, hombres y mujeres en la investigación, etc). Estos espacios ofrecen oportunidades de exploración, indagación y experimentación con objetos tangibles y de manera vivencial que pueden despertar la curiosidad de las niñas, niños y adolescentes hacia los campos STEM desde edades tempranas, y coadyuvar a la literacidad en las ciencias.

En nuestro país, contamos con Universum, Museo de las Ciencias de la UNAM, un espacio de talla internacional que, desde su fundación, ha tenido como objetivo acercar, promover y difundir la ciencia y tecnología al público en general al hacer la ciencia más lúdica, interesante y agradable, para que personas no-científicas se apropien del conocimiento. Se inauguró el 12 de diciembre de 1992 en Ciudad Universitaria, en la Ciudad de México, inspirado por el concepto del Exploratorium en San Francisco, siendo el primer museo en su tipo en América Latina.

Nombre	Universum, Museo de las Ciencias de la UNAM
Edades o grados	Todas las edades
Población objetivo	Público general
Ubicación	Ciudad de México, México
ODS relacionados	3. Salud y bienestar 4. Educación de calidad 5. Igualdad de género 11. Ciudades y comunidades sostenibles
Eje estratégico	Promueve los cuatro ejes estratégicos
Evidencia de éxito	No hay data; ha tenido más de setecientos mil visitantes.
Link	http://www.universum.unam.mx/

Descripción

Su misión es contribuir a la divulgación de la ciencia mediante la formación de una cultura científica y tecnológica, así como generar un interés en todos los sectores de la sociedad acerca de estos temas. Entre sus programas clave, están:

- + Salas de exposiciones permanentes. Cuenta con trece salas de exposiciones permanentes de temas diversos en las que el público general interactúa con la ciencia de manera lúdica. Los temas de las exposiciones son océano, física, planetario, jardín Universum, tesoros (fósiles y minerales de México), agua, elementos de la vida, imaginario matemático, R3 (reduce, reutiliza, recicla), el cerebro, nuestro puente con el mundo, la química está en todo, universo, hábitat, evolución, vida y tiempo, salud, vida en equilibrio y sexualidad.
- + Salas de exposiciones temporales. Son muestras nacionales e internacionales que refrendan el compromiso de Universum por explorar nuevos horizontes que te acerquen a la ciencia.
- + Exposiciones itinerantes. Ante la necesidad de ampliar sus proyectos y servicios fuera de sede, el Museo Universum busca presentar al público de otros lugares exposiciones con temáticas interesantes, actuales y atractivas.
- + Universum 360° es un programa educativo de divulgación de la ciencia dirigido a escuelas de educación básica (preescolar, primaria y secundaria), creado con el fin de acercar la experiencia Universum fuera de las instalaciones del museo.
- + Universum a distancia. Se trata de recursos digitales para llevar el museo a tu casa o escuela. Incluyen visitas 360°, actividades, videos, recursos matemáticos, guías, entre otros.
- + Programas de formación a jóvenes con interés en la ciencia mediante programas como divulgadores de la ciencia, prácticas profesionales y servicio social; además, cuentan con diplomados y programas de educación continua.
- + Baylab. Bayer y Universum se unen para crear un foro adecuado para la sala "La química está en todo"; Baylab es un laboratorio en el que adolescentes y jóvenes tienen un acercamiento a la ciencia y a la tecnología.
- + Campamentos STEM con perspectiva de género.
- + Eventos especiales como charlas, cine debate de las ciencias, teatro, entre otros.

Relevancia

Universum, Museo de las Ciencias, enriquece la labor docente. Las escuelas y familias pueden planificar visitas con una variedad distinta de objetivos para complementar, fomentar y despertar la curiosidad hacia la Educación STEM. El museo también cuenta con materiales educativos para que las y los profesores planifiquen su visita y ejecuten actividades en el salón de clases. Estos materiales educativos cubren tres niveles escolares: primaria, secundaria y media superior; y consideran tres etapas: antes, durante y después de la visita al museo. Para madres y padres de familia ofrecen una variedad de recursos y actividades complementarias para efectuar en casa por medio del portal *Universum a distancia*, así como divulgar y comunicar diversos programas por medio de sus redes sociales: @UniversumMuseo.



En el siguiente cuadro podemos encontrar varios ejemplos de otros museos inspiradores de alrededor del mundo que han integrado esta visión en sus programas, que colaboran para fortalecer la Educación STEM en sus comunidades y aportan valor por medio de investigaciones, publicaciones, programas educativos, así como oportunidades de formación para profesionales de la educación, madres y padres de familia. Todos estos lugares de clase mundial generan en quienes los visitan curiosidad, asombro y un imaginario STEM desde diferentes ángulos. Cuentan con investigadoras e investigadores y con personal educativo profesional.

Cuadro 8. Museos, acuarios y centros de educación no formal inspiradores para la Educación STEM

Smithsonian, Washington DC, Estados Unidos de América,
Smithsonian Science Education Center (SSEC):
«<https://www.ssec.si.edu/>»

- El Centro de Educación de las Ciencias Smithsonian colabora con instituciones del mundo para transformar la educación K-12 mediante las ciencias. Sus tres objetivos son innovación STEM, inclusión y sustentabilidad.
- Elaboran materiales curriculares, recursos digitales, programas y un currículo basado en evidencia; además, fortalecen el crecimiento profesional docente y de líderes educativos con programas de formación (LASER) y se involucran en generar conocimiento e investigación de manera activa.
- Las guías de investigación de la comunidad Smithsonian Science for Global Goals utilizan los ODS como marco para centrarse en acciones sostenibles que las y los estudiantes definen y ejecutan.

Museo de Ciencias e Industria (MSI) de Chicago, Illinois, Estados Unidos de América: <<https://www.msichicago.org/>>

La visión de la “Iniciativa de Ciencias”, del Museo de Ciencias de Chicago, es inspirar y motivar a las niñas y niños a alcanzar su máximo potencial en las disciplinas de ciencias, tecnología, medicina e ingeniería, y su vínculo con la industria. Sus programas están enfocados en mejorar la calidad de la enseñanza de las ciencias en escuelas, conectar a las y los estudiantes con las ciencias donde sea que se encuentren y exponer la diversidad de los campos STEM. Desde excursiones hasta recursos para docentes, MSI ofrece experiencias de aprendizaje tanto dentro como fuera del aula para mejorar la educación de estas áreas.

Monterey Bay Aquarium, California, Estados Unidos de América, Monterey Bay Aquarium: <<https://www.montereybayaquarium.org/>>; Bechtel Family Center for Ocean Education and Leadership: <<https://www.montereybayaquarium.org/for-educators/bechtel-education-center>>

- En su compromiso con la conservación de los océanos, cuentan con programas para crear conciencia y acción frente al cambio climático y la contaminación plástica de los océanos.
- El Bechtel Education Center es una inversión histórica en la educación científica y el desarrollo de la juventud. Sus excepcionales programas de educación han tenido un impacto significativo en niñas, niños, adolescentes y docentes. Cuentan con recursos y programas para estudiantes y personal docente.

Exploratorium, San Francisco, California, Estados Unidos de América, <<https://www.exploratorium.edu/>>

- Su misión es “crear experiencias basadas en la investigación que transformen el aprendizaje en todo el mundo”. Su visión es crear “un mundo en el que las personas piensen por sí mismas y puedan hacer preguntas, resolver cuestionamientos y comprender el mundo que las rodea con confianza”. Valorar “el aprendizaje y la enseñanza a lo largo de toda la vida, la curiosidad y la investigación, [su] comunidad, la iteración y la evidencia, la integridad y la autenticidad, la sostenibilidad, la inclusión y el respeto”.
- Ofrecen talleres de formación profesional docente, experiencias educativas inmersivas, recursos en línea para niñas, niños, adolescentes y familias, así como distintas herramientas innovadoras para la enseñanza y el aprendizaje.
- Cuentan con diversos institutos de investigación relacionados con educación: sobre desarrollo profesional docente, educación informal, laboratorios de creación de proyectos, etcétera.

Museo de Ciencias de Boston, Massachusetts, Estados Unidos de América, Museum of Science: <<https://www.mos.org/>>; Curriculum EiE: <<https://eie.org/>>; iniciativa STEM para niñas: <<https://donate.mos.org/campaign/make-stem-hers-tory/c325575>>

- Exhibiciones vivenciales, inmersivas y apoyadas con tecnología que despiertan la curiosidad de niñas, niños y adolescentes hacia STEM.
- Museo en la escuela: presentación virtual en vivo que se transmite en las aulas.
- En EiE Curriculum exploran conceptos clave mediante prácticas de ciencias, ingeniería y computación, desde edades preescolares hasta adolescentes. Está probado y basado en evidencia.
- The Club es un aula digital donde las y los jóvenes

pueden pasar tardes enteras haciendo creaciones digitales y conviviendo con pares en un ambiente seguro.

- Programas de formación docente.

La Ciutat de les Arts i les Ciències, Valencia, España, <https://www.cac.es/es/home.html>; visita virtual: <https://www.cac.es/3d/>; materiales y fichas didácticas: <https://www.cac.es/es/web/educacion/material-didactico/primaria.html>

Conjunto único dedicado a la divulgación científica y cultural, integrado por seis grandes elementos: el Hemisfèric, cine IMAX, 3D y proyecciones digitales; el Umbracle, mirador ajardinado y aparcamiento; el Museu de les Ciències, innovador centro de ciencia interactiva; el Oceanogràfic, el mayor acuario de Europa; el Palau de les Arts Reina Sofía, dedicado la programación operística, y el Àgora, que dota al complejo de un espacio multifuncional.

Horno 3: Museo del Acero, Monterrey, Nuevo León, México, <https://www.horno3.org/>

Su misión es “acercar a las nuevas generaciones a la ciencia y la tecnología, celebrar nuestro pasado industrial y ofrecer nuevas experiencias de educación, convivencia y esparcimiento para todos”. Su visión es “ser un centro interactivo de ciencia y tecnología de clase mundial, líder en la promoción de las vocaciones científicas y tecnológicas, asegurando la conservación del patrimonio industrial”. Llevan a cabo diversas actividades educativas y de promoción de la ciencia y la tecnología, como demostraciones científicas, talleres, proyectos de robótica, laboratorios industriales, etcétera.

Caso 7.

Experiencias educativas de verano STEM: campamentos virtuales

Además de la oferta que los museos, acuarios, bibliotecas, parques nacionales y programas extraclase proveen en el campo de la educación no formal STEM, los programas y actividades de verano han cobrado especial relevancia, ya que complementan el abanico de oportunidades de aprendizaje inspiradoras de las niñas y los niños. Las experiencias de verano pueden convertirse en oportunidades significativas para aprender, ya que pueden ser realmente divertidas y enganchar el interés genuino en todas las edades, potenciando así el interés en las disciplinas STEM.

El acceso a oportunidades productivas fuera de la escuela que involucren al estudiantado en auténticas experiencias STEM es una pieza fundamental en el ecosistema de aprendizaje. Pueden sustentar el aprendizaje STEM independientemente de aquel que se lleva a cabo en el aula, y son particularmente buenas para potenciar el interés en STEM y la identidad como aprendiz de este sistema.¹²³

La Asociación Nacional de Aprendizaje de Verano de Estados Unidos de América establece que: “Al crear y fomentar que los programas de verano STEM sean prácticos, rigurosos y divertidos, potenciamos la curiosidad natural de las y los estudiantes y les estimulamos a crear sus propias preguntas y problemas, ade-

¹²³ National Research Council, *Identifying and supporting productive STEM programs in out-of-school settings*, Committee on Successful Out-of-School STEM Learning. Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education, The National Academies Press [en línea], disponible en <http://thescienceexperience.org/Books/Identifying_and_Supporting_Productive_STEM_Programs_in_Out-of-School_Settings.pdf>, fecha de consulta: 24 de noviembre de 2022.

más de soluciones”.¹²⁴ Esta misma organización enfatiza el potencial de los programas de verano en mantener a las niñas y niños motivados y enganchados en actividades de aprendizaje desde una mirada “menos estresante” de la educación en ambientes informales y emocionantes, sin la presión del tiempo y responsabilidades particulares del ambiente escolar. Mencionan que “los programas de verano STEM de alta calidad han demostrado no solo mejorar las habilidades básicas de comunicación, lectoescritura y matemáticas, sino también aumentando las posibilidades de permanencia dentro de la escuela”.¹²⁵

El gozo que pueden generar estas experiencias en las y los estudiantes al invitarles a aventurarse a descubrir nuevas ideas, cuestionar y explorar el mundo que les rodea mediante el método científico, la lógica y el razonamiento, motiva o potencia el interés en carreras STEM para resolver problemas y retos que enfrentamos como humanidad, mejorar la calidad de vida de las personas y de los ecosistemas globales, etc.¹²⁶ Las experiencias de verano STEM ofrecen la oportunidad de cometer errores y aprender de ellos, de descubrir intereses personales e imaginar futuros que no habían sido explorados antes.

En años recientes, y en especial en el contexto de la pandemia de covid-19, emergieron muchas iniciativas nuevas de programas de verano STEM virtuales, con especial énfasis en el desarrollo de habilidades tecnológicas como programación, robótica, ciencias computacionales, entre otras. Con ello se amplió la oferta de oportunidades relevantes de desarrollo, trascendiendo las barreras de movilidad y espacio. Estas iniciativas también han cobrado auge fuera del contexto de verano, ya que ofrecen

¹²⁴ National Summer Learning Association, *STEM in the summer: the joy of meaningful learning*, en NSLA [en línea], disponible en <http://www.summerlearning.org/wp-content/uploads/2016/10/STEM-in-Summer_keyline.pdf>, fecha de consulta: 24 de noviembre de 2022 [traducción propia].

¹²⁵ *Idem.*

¹²⁶ *Idem.*

cursos, herramientas y experiencias educativas fuera o dentro del aula desde la virtualidad. Ejemplos de experiencias de verano STEM virtuales se presentan en el cuadro 9. Estas iniciativas se relacionan, de manera general, con los ejes estratégicos ya mencionados.

Cuadro 9. Ejemplos de programas de verano STEM virtuales

iD Tech Summer Virtual Camp, <https://www.idtech.com/virtual>; población objetivo: personas de entre siete y 19 años

Programa de verano virtual para niñas, niños, adolescentes y jóvenes enfocado en programación, robótica, desarrollo de videojuegos y diseño. Cursos desde más de 150 locaciones en las mejores universidades de Estados Unidos de América, Hong Kong, Taiwán, Corea y Singapur.

Create & Learn, https://www.create-learn.us/fun-online-summer-camps?utm_source=SummerCampHub&utm_campaign=Summer2021; población objetivo: estudiantes desde segundo año de primaria hasta media superior

Campamentos de programación en *livestream*, diseñados por personas expertas de Google y la Universidad de Stanford. Son grupos pequeños, de no más de cinco estudiantes. Aprenden sobre lenguajes de programación como Scratch, Python, Java, Minecraft, Arduino, Design y más.

Virtual Camp Kennedy Space Center, NASA, <https://www.kennedyspacecenter.com/camps-and-education/virtual-camp-kennedy-space-center>; población objetivo: niñas y niños de primaria

Ofrece actividades prácticas de STEM para estudiantes en edad de escuela primaria. Desde la seguridad y la comodidad del hogar, las y los campistas pueden llevar a cabo prácticas interesantes y divertidas centradas en la ciencia y la ingeniería de la NASA. Es un campamento en línea de tres días, y cada sesión dura tres horas. Las y los campistas se conectan en tiempo real a través de videoconferencias de Zoom con un integrante del personal educativo del Complejo de Visitantes del Centro Espacial Kennedy, y son organizadas desde una variedad de ubicaciones de este complejo. Además, reciben un kit con materiales necesarios para vivir esta aventura al máximo.

Robotix, cursos de verano, <<https://www.soyrobotix.com/verano/>>; población objetivo: niñas y niños de seis a dieciséis años

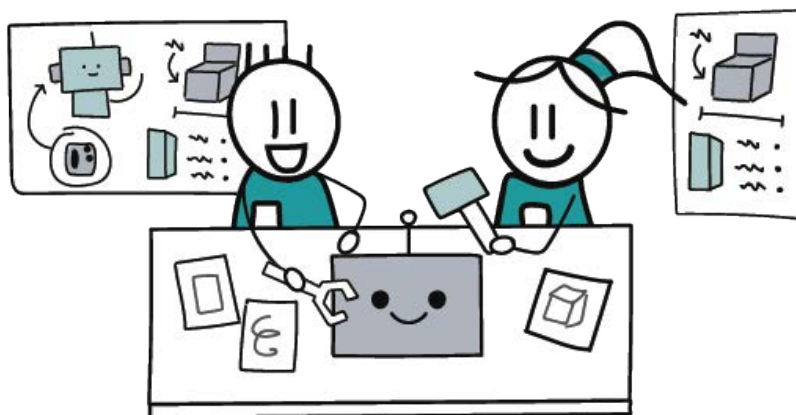
Integran una amplia oferta de cursos y experiencias en línea para niñas y niños en temas de tecnología y ciencias incluyendo programación de videojuegos en 3D, distintas aplicaciones creativas y usos de Minecraft, robótica virtual con material Lego, realidad virtual, modelado 3D, química con Minecraft, creación de aplicaciones móviles, entre otras actividades.

Fuente: elaboración propia con información de Summercamp Hub y Robotix.

Debido a la creación emergente de estos programas, aún no se cuenta con suficiente información de su efectividad en la adquisición de habilidades STEM y relacionales, por lo que es una tarea pendiente para comprender mejor el impacto de estas nuevas modalidades. Se reconoce también que aún queda camino por trazar para brindar este tipo de experiencias educativas a comunidades con baja conectividad a internet y aumentar la oferta de programas gratuitos y abiertos, que sean accesibles e inclusivos

para que todas y todos tengan la posibilidad de participar en estas experiencias.

Es importante destacar que las experiencias de verano STEM presenciales, de calidad, cuentan con evidencia importante de éxito para disminuir la brecha de desigualdad, en rubros como mejora del logro académico, la disminución de conductas de riesgo y las habilidades socioemocionales.¹²⁷ Al igual que los programas *afterschool*, debe pensarse concienzudamente al buscar convertirlos en virtuales, teniendo en cuenta el contexto real de la población a la que desean servir, porque también funcionan como un lugar seguro para las niñas, niños y jóvenes.



¹²⁷ J. Sloan McCombs, et al., *Every summer counts: a longitudinal analysis of outcomes from the National Summer Learning Project*, en Rand Corporation [en línea], disponible en <https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR3201.html>, fecha de consulta: 24 de noviembre de 2022.

Caso 8.

STEM en preescolar: HEI Schools, Finlandia

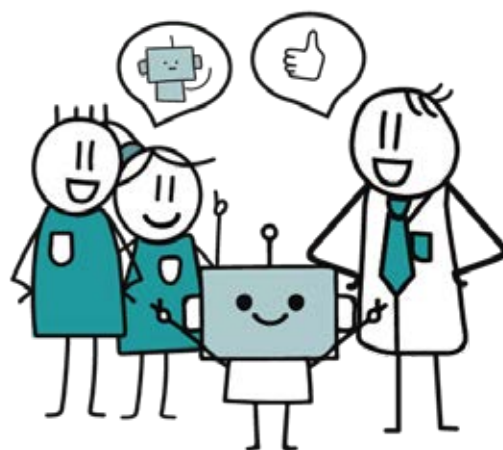
En este apartado buscamos enfatizar la importancia de la Educación STEM desde la primera infancia y dotar de algunos ejemplos de casos de éxito que han ejecutado metodologías exitosas diseñadas especialmente para esta etapa.

De acuerdo con una revisión de la literatura por parte de la National Inventors Hall of Fame: “La curiosidad está en el corazón de STEM, y debido a su curiosidad innata, las niñas y niños en edades preescolares están naturalmente equipados para explorar estos temas”. Establecen que es crucial dotar a las y los estudiantes de actividades y experiencias relacionadas con STEM en las que se involucren activamente. Aunado a esto, la evidencia demuestra que: “si reconocemos el poder del juego y lo combinamos con la eficacia de otras estrategias de aprendizaje activo, podemos mejorar la participación y permitir que las y los estudiantes en edad preescolar comprendan y apliquen técnicas de resolución de problemas”.¹²⁸

Se destaca en particular el caso de las HEI Schools que trabajan en un esquema de licencias. El modelo ha sido cocreado por la Universidad de Helsinki, en Finlandia, por lo que su currículo y prácticas pedagógicas están basadas en evidencia. En particular, resaltamos que, desde su esencia, reconocen la función crítica del aprendizaje a través del juego en la primera infancia, así como el aprendizaje exploratorio.

¹²⁸ National Inventors Hall of Fame (s. f.), “The benefits of school education at the pre-school level”, en Invent.org [en línea], disponible en <https://www.invent.org/sites/default/files/2019-07/Why_Start_STEM_at_the_Pre-K_Level_White_Paper_FINAL.pdf>, fecha de consulta: 24 de noviembre de 2022 [traducción propia].

En las HEI Schools se trabaja STEM desde Kide Science, que también cuenta con un esquema de licencias que se puede adoptar con o sin HEI Schools, y está presente en más de treinta países. Ha impactado alrededor de cincuenta mil niñas y niños. Esta organización reconoce que “las semillas para el dominio de las ciencias comienzan en la primera infancia”. Su enfoque es auxiliar en el desarrollo del pensamiento científico de las niñas y niños de preescolar mediante el aprendizaje basado en el juego. Su pedagogía se centra en la enseñanza de las ciencias por medio de un juego científico imaginativo con el que invitan a las mentes jóvenes a pensar y actuar como científicos que resuelven un problema real. La imaginación impulsa todo el proceso de investigación desde el principio hasta el final. “Decimos que la ciencia es un juego de niños”.¹²⁹



¹²⁹ Kide Science, *op. cit.*

Nombre	HEI Schools
Edades o grados	Preescolar
Población objetivo	Niñas y niños de entre cero y cinco años de edad
Ubicación	Origen en Finlandia, se ha expandido a otros países como Australia, China, Indonesia, Canadá, Argentina, entre otros
ODS relacionados	4. Educación de calidad
Eje estratégico	Educación STEM-Agenda 2030
Link	HEI Schools: < https://www.heischools.com/ > y Kide Science: < https://www.kidescience.com/en/ >

Evidencia de éxito

Actualizan continuamente su pedagogía basándose en los avances más recientes en investigación educativa, que es proporcionada por su socio académico, la Universidad de Helsinki: "Juntos, educamos a las y los niños que cambiarán el mundo".¹³⁰

¹³⁰ HEI Schools [en línea], disponible en <<https://www.heischools.com/>>, fecha de consulta: 24 de noviembre de 2022 [traducción propia].

Descripción

Su misión es brindar educación de alta calidad a la mayor cantidad posible de población infantil y familias en el mundo, siguiendo un enfoque de aprendizaje centrado en las niñas y los niños y que esté basado en el juego e inspirado en el plan de estudios finlandés de educación temprana.¹³¹

La currícula de las escuelas HEI se basa en ocho conceptos clave: aprendizaje holístico y desarrollo integral; prácticas sostenibles; la importancia de las y los docentes; aprender en todos lados todo el tiempo; el juego como una forma de aprender; la experiencia social del aprendizaje; aprender a través de la exploración; habilidades transversales y áreas de aprendizaje.

Relevancia

Adoptan un enfoque basado en la investigación con formación docente creativa de alto nivel y mejoras pedagógicas continuas. La Universidad de Helsinki es cofundadora de esta iniciativa, ya que ha creado un diferenciador clave de otros conceptos de educación infantil, pues son capaces de desarrollar y actualizar constantemente su modelo pedagógico al estar basado en la investigación y en la evidencia.¹³² Incluyen a Kide Science en su modelo para trabajar STEM.



¹³¹ *Idem.*

¹³² *Idem.*

Caso 9.

Publicaciones que impulsan la educación STEM global

Para complementar el abanico de experiencias que pueden tener las niñas y los niños para ensayar, inspirarse y aprender acerca de STEM, presentamos un compendio de publicaciones literarias y educativas cuyo fin es despertar la curiosidad, presentar modelos de rol, e invitar a los lectores a imaginar y visualizar distintas trayectorias, percepciones, modelos a seguir y casos de éxito basados en STEM.

El equipo de investigación Popov y Tinkler, en su metanálisis “El rol de los libros y la lectura en STEM” mencionan, con base en hallazgos de su investigación, que “leer textos con temas STEM es una de las mejores maneras en las que las y los estudiantes desarrollan habilidades y competencias lectoras (leer, escribir, razonar y procesar textos e información), mientras se aprende contenido STEM y se cultiva la disposición hacia las ciencias”.¹³³ Además, destacan en su revisión de literatura varios factores que influyen en el conocimiento de las y los estudiantes, intereses y actitudes sobre STEM, como la participación de madres y padres, recursos cultural y lingüísticamente relevantes, estrategias de comprensión y presentaciones multimedia, y representaciones culturales y de identidad.

En el caso de preescolar, la evidencia demuestra que:

los libros de cuentos e historias pueden ser un recurso crítico para el aprendizaje y con gran potencial para apoyar

¹³³ V. Popov y T. Tinkler, “The role of books and reading in STEM: an overview of the benefits for children and the opportunities to enhance the field”, en *Youth, Education and Literacy* [en línea], disponible en <<http://digital.sandiego.edu/npj-youth/2/>>, fecha de consulta: 24 de noviembre de 2022 [traducción propia].

el aprendizaje STEM, ya que través de ellos las niñas y los niños pueden aprender acerca del mundo que les rodea y ser partícipes de conversaciones relevantes y estimulantes con personas adultas significativas acerca de los temas y habilidades STEM.¹³⁴

Los libros y recursos, ya sea en formato físico o digital, tienen el potencial de inspirar a niñas y niños hacia las carreras STEM, así como impulsar el desarrollo de habilidades. A continuación, presentamos una serie de recursos literarios, colecciones y libros que pueden ser inspiradores para estudiantes, educadoras y educadores, padres y madres de familia, etcétera.

1. Elena Favilli y Francesca Cavallo, *Cuentos de buenas noches para niñas rebeldes*, Planeta, tres volúmenes¹³⁵

Sinopsis: Esta obra reinventa los cuentos de hadas. Elizabeth I, Coco Chanel, Marie Curie, Frida Kahlo, Serena Williams y otras mujeres extraordinarias narran la aventura de sus vidas para inspirar a niñas —y no tan niñas— a soñar en grande y alcanzar sus sueños; además, cuenta con las magníficas ilustraciones de sesenta mujeres artistas de todos los rincones del planeta.

2. Ben Brooks, *Cuentos para niños que se atreven a ser diferentes*, Aguilar, dos volúmenes

¹³⁴ S. Pattison, G. Svarovsky y S. Ramos-Montañez, “Storybooks and STEM: using books as a tool to support early childhood family STEM learning”, en ResearchGate [en línea], disponible en <https://www.researchgate.net/publication/340234030_Storybooks_and_STEM_Using_Books_as_a_Tool_to_Support_Early_Childhood_Family_STEM_Learning>, fecha de consulta: 25 de noviembre de 2022 [traducción propia].

¹³⁵ El tercer volumen está enfocado a mujeres migrantes. Fueron traducidos a 47 idiomas. A partir de 2021 se publicaron ediciones locales con selecciones de biografías destacadas para diferentes países de América Latina.

Sinopsis: Una colección inspiradora de cien hombres famosos y no tan famosos que hicieron del mundo un lugar mejor mediante la compasión, la generosidad y la confianza en sí mismos. Los niños, al crecer, pueden ser todo lo que deseen ser. Este libro llega en un momento oportuno para ampliar el diálogo en torno a los roles de género y ofrecer a los niños un mensaje alternativo: la masculinidad es amplia y puede significar muchas cosas.

En *Cuentos para niños que se atreven a ser diferentes* no encontrarás historias acerca de cómo matar dragones o salvar princesas. Su autor, Ben Brooks —con la ayuda de Quinton Winton y sus llamativas ilustraciones a todo color— ofrece una reflexión diferente y novedosa para los jóvenes, que celebra a los introvertidos e innovadores, la sensibilidad y la resiliencia, la libre expresión y la individualidad.

3. Colección de cuentos No más Matildas: *Matilda Einstein*, *Matilda Fleming*, *Matilda Schrödinger*, textos de Noël Lang Agulló, ilustraciones de Rodrigo García Lorca, parte de la iniciativa #NoMoreMatildas por la AMIT, descarga gratuita en <<https://www.nomorematildas.com/libros>>

Sinopsis: Se trata de tres novelas gráficas en las que se imagina lo que habría sucedido si el físico Albert Einstein, el médico Alexander Fleming o el físico Erwin Schrödinger hubieran sido mujeres. ¿Habrían conseguido abrirse un hueco en el mundo de la ciencia? ¿Sus revolucionarias teorías —de la relatividad, el descubrimiento de la penicilina o el experimento mental del gato de Schrödinger— habrían sido aceptadas del mismo modo? Los libros *Matilda Einstein*, *Matilda Fleming* y *Matilda Schrödinger* imaginan lo que podrían haber sido sus vidas.

4. María Isabel Sánchez Vegara, *Pequeña y grande*, Ediciones Alba, <<https://www.pequenaygrande.es/>>

Sinopsis: Inicialmente fue concebida como una serie de grandes mujeres de la historia, pero, un tiempo después, también se incorporaron figuras masculinas como Federico García Lorca, Stephen Hawking, David Bowie, Mahatma Gandhi, etc., porque “la colección va de personas increíbles que creyeron en sí mismas y es una muestra de la diversidad y del hecho de que todos somos únicos”. En el año 2016, The Quarto Group, con su sello Frances Lincoln, adquirió los derechos en lengua inglesa, y con el nombre de *Little people big dreams* ha tenido resonancia a nivel mundial. *Pequeña y grande* ha sido traducida a treinta lenguas extranjeras, ha vendido más de 3.9 millones de ejemplares en todo el mundo y sigue creciendo.

5. Mary Wissinger, John J. Coveyou (ed.), Harriet Kim Ahn Rodis (ilust.), *My First Science Textbook* (Mi primer libro de ciencias), Science Naturally, edición bilingüe¹³⁶

Sinopsis: John Coveyou, fundador de Genius Games y creador de la serie My First Science Textbook, ha sido maestro de química por mucho tiempo. Él observó que, sin importar la edad de sus estudiantes, a la mayoría les intimidaba la ciencia. Esto lo inspiró a encontrar una manera divertida y memorable de enseñar a las y los niños algunos de los conceptos más fundamentales de la química.

Estos adorables libros —que se pueden utilizar en edades de preescolar y primaria— utilizan oraciones sencillas que riman e ilustraciones con colores brillantes para hacer atractivos y accesibles los conceptos básicos de la química. La ciencia se presenta de una manera fácil de recordar, educativa y divertida. Como dice Adam Cohen, PhD, profesor de química y física en Harvard,

¹³⁶ En el sitio web de la editorial se pueden consultar otros cuentos inspiradores en STEM, guías docentes y recursos didácticos y educativos, disponible en <<https://www.sciencenaturally.com/>>, fecha de consulta: 8 de febrero de 2023.

“¿De qué está hecho eso?” es una pregunta tan sencilla cuya respuesta puede conducir a toda una vida de exploración científica. ¡Este libro es el primer paso de este importante viaje!

6. Colección editorial mit Kids Press & MITeen Press, MIT Press & Candlewick Press¹³⁷

Sinopsis: Se trata de literatura animada, fascinante y de gran alcance en torno a temas de STEAM para niñas, niños, adolescentes y jóvenes, que ofrece libros ambiciosos y atractivos para la próxima generación de personas entusiastas y dedicadas a pensar, diseñar, hacer ciencia, liderar e inventar.

Dos nuevas editoriales, mit Kids Press y MITeen Press, que serán lideradas creativamente y comercializadas por Candlewick, publicarán libros atractivos y ambiciosos para niñas, niños y jóvenes lectores bajo la nueva marca MIT. Cubrirán temas que van desde la ciencia planetaria hasta internet y el medioambiente. La lista será revisada y aprobada por un consejo asesor con sede en el MIT y compuesto por integrantes de MIT Press y eminencias académicas, quienes también propondrán adquisiciones, identificarán escritoras y escritores, y ayudarán a verificar todo. Son títulos con validez científica y precisión fáctica.

7. Patrick McDonnell, *Yo, Jane*, Océano¹³⁸

Sinopsis: Es una emotiva historia de la vida real que es, al mismo tiempo, un homenaje a una mujer apasionada por la naturaleza. Con enorme sensibilidad y unas gotas de humor, el multipremiado ilustrador Patrick McDonnell nos cuenta la historia de Jane, una niña inglesa nacida en el seno de una familia de pocos recursos,

¹³⁷ Actualmente cuentan con el título *Ada and the Galaxies*, disponible en inglés.

¹³⁸ El Instituto Jane Goodall tiene más publicaciones y cuentos inspiradores en <<https://jane-goodall.org/>>, fecha de consulta: 8 de febrero de 2023.

que sueña con ir a África para conocer a los animales que ha visto en los libros. Mediante su imaginación, se traslada hasta ese continente en compañía de un simpático mono sin imaginar que, con el tiempo, su sueño se volverá realidad. Esta niña es nada menos que Jane Goodall, una de las mujeres de ciencia más conocidas y queridas. Naturalista, activista y primatóloga, ella ha consagrado su vida no solo a estudiar a los chimpancés africanos, sino también a promover el respeto a la naturaleza. Entre los muchos reconocimientos que ha recibido están el Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica.

8. *Revista Pantera*, Savanna Books¹³⁹

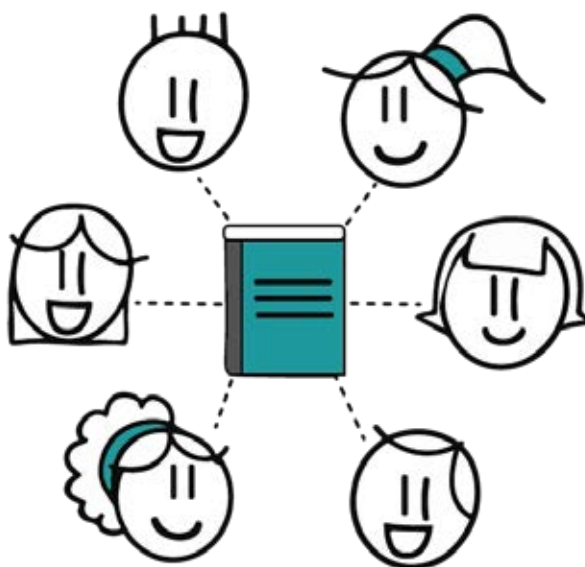
Sinopsis: “La revista para niñas y niños que salvarán al planeta”. *Revista Pantera* nace para inspirar a jóvenes lectoras y lectores a luchar contra el cambio climático. Pero no es solo una revista para ellas y ellos, también tiene el propósito de que padres, madres y docentes tengan un espacio, un referente común para inspirarse y encontrar su vía de activismo junto a las niñas y los niños. *Revista Pantera* cultiva el amor por la preservación del medioambiente, y está pensada para niñas y niños que sí salvarán el planeta. Cuenta con información amena y rigurosa, con ilustraciones, fotografías y diseño gráfico de profesionales referentes.

También sugerimos visitar periódicamente guías anuales de libros infantiles de instituciones como Ibbby México¹⁴⁰ para encontrar cuentos relevantes o relacionados con temas de interés, así como la lista “Mejores Libros STEM” (Best STEM Books List), el

¹³⁹ Se edita en castellano y catalán y se publica tres veces al año, con números temáticos. El primero se centra en los bosques, el segundo en los océanos y el tercero en las ciudades. En 2021 publicaron los números 4, 5 y 6, dedicados a la protección y la defensa de animales, plantas y la Antártida [en línea], disponible en <<https://www.savannabooks.org/categoria-producto/revista-pantera/>>, fecha de consulta: 8 de febrero de 2023.

¹⁴⁰ Ibbby México [en línea], disponible en <<https://www.ibbymexico.org.mx/guia-de-libros-recomendados/>>, fecha de consulta: 8 de febrero de 2023.

cual es un proyecto conjunto de la Sociedad Estadounidense para la Educación en Ingeniería, la Asociación Internacional de Educadoras y Educadores de Tecnología e Ingeniería, la Asociación Nacional de Docentes de Ciencias, la Sociedad de Premios Presidenciales de Primaria y el Consejo del Libro Infantil de Estados Unidos de América. Su objetivo es proporcionar recomendaciones a personal escolar, encargados de bibliotecas, madres, padres y tutores o tutoras sobre los mejores libros infantiles con contenido STEM. Los libros seleccionados anualmente pasan por criterios de selección basados en evidencia e investigación.¹⁴¹



¹⁴¹ The Children's Books Council, "Best STEM Books", en CBC Books Lists [en línea], disponible en <<https://www.cbcbooks.org/readers/reader-resources/best-stem-books-list/>>, fecha de consulta: 25 de noviembre de 2022.

Caso 10.

Una mirada internacional a experiencias en STEM por territorio

Se ha explicado que un Territorio o Ecosistema STEM es un esfuerzo colectivo y sistémico (basado en el concepto de impacto colectivo) en el que participan actores diversos como instituciones educativas, universidades, gobiernos, industrias, empresas, etc., los cuales se unen mediante un esquema de gobernanza para trabajar con una visión y objetivos en común (agenda compartida) en una ubicación geográfica específica —esta puede ser desde una escuela hasta una ciudad o país determinado—. En estas iniciativas, se reconocen problemáticas y retos comunes (de carácter social, educativo, ambiental) que afectan a las y los habitantes de dicho territorio, y, en virtud del interés de cooperación, se formulan planes de acción que implican disponer de recursos económicos, humanos, tecnológicos e intelectuales para crear soluciones sostenibles y de alto impacto, sustentadas en el potencial innovador que ofrece la Educación STEM.

En América Latina, la Fundación Internacional Siemens Stiftung ha impulsado los Territorios STEM a partir de la experiencia alemana de trabajo en red *MINT Regionen*, con la que ha desarrollado redes regionales con la visión de fortalecer esta estrategia de educación. Un Territorio STEM “se constituye por un grupo de actores que decide articularse para dar respuesta a problemas comunes impulsando una mejor educación de ciencia y tecnología; desarrollando las competencias necesarias para el siglo XXI y fortaleciendo la formación integral de la ciudadanía y el desarrollo social y sustentable en un espacio geográfico de-

finido”.¹⁴² Siemens Stiftung también enfatiza la importancia y el poder de:

aliarse, compartir, transferir y hacer parte a las y los otros con total transparencia para incidir en el sistema educacional y reconociendo que las alianzas proponen desafíos sistémicos que requieren de esfuerzos interdisciplinarios e intersectoriales, lo que conlleva la unión de ideas, capacidad de acción y redes para lograr un impacto colectivo.¹⁴³

Para la organización STEM Ecosystems, un Ecosistema STEM engloba escuelas, iniciativas comunitarias como programas *after-school* y de verano, institutos de ciencia y tecnología, museos, experiencias no formales en casa y otros ámbitos, y una multitud de espacios que juntos conforman una gama de oportunidades de aprendizaje para las niñas, los niños y jóvenes: “sinergiza las contribuciones únicas de cada uno de estos ambientes educativos para llevar el aprendizaje STEM a todas y todos, [...] y en la medida en la que van avanzando por la niñez, adolescencia y vida adulta, para que alcancen todo su potencial”.¹⁴⁴

A pesar de que existen muchas iniciativas impulsadas en distintos países y regiones como Estados Unidos de América, América Latina, Israel, entre otros, se eligió el Ecosistema STEM de Tulsa, Oklahoma, como un caso de éxito para profundizar. Cuenta con suficiente evidencia al ser uno de los primeros casos de estudio de los Ecosistemas de Aprendizaje STEM (STEM

¹⁴² Siemens Stiftung, “Territorio KEICA-plataforma interactiva para la exploración de problemáticas socioambientales en Latinoamérica”, en Educación STEM Latinoamérica [en línea], disponible en <<https://educacion.stem.siemens-stiftung.org/territorio/>>, fecha de consulta: 9 de octubre de 2022.

¹⁴³ *Idem*.

¹⁴⁴ STEM Ecosystems, “What is a STEM learning ecosystem?”, en STEM Ecosystems [en línea], disponible en <<https://stemecosystems.org/what-are-stem-ecosystems/>>, fecha de consulta: 9 de octubre de 2022 [traducción propia].

Learning Ecosystems), tiene datos robustos, indicadores, observaciones y demás elementos que forman parte de una evaluación exhaustiva. Demuestra así su efectividad y brinda oportunidades de aprendizaje para evaluar a gran escala otros ecosistemas, así como estrategias, fortalezas y lecciones aprendidas.¹⁴⁵

Los casos de Bogotá y del Estado de México se presentan como parte de la iniciativa de territorios que han tenido origen en la Red STEM Latinoamérica y que han sido impulsados por la Fundación Internacional Siemens Stiftung. Estos inspiran la creación y el fortalecimiento de iniciativas similares en diversas áreas geográficas de América Latina y el Caribe.



¹⁴⁵ PEAR, *op. cit.*, pp. 1-2.

Ecosistema STEM, Tulsa, Oklahoma, Estados Unidos de América

Nombre	Tulsa Regional STEM Alliance
Año de inicio	2014
Población objetivo	Niñas, niños, adolescentes, jóvenes y docentes de Tulsa, Oklahoma
Impacto hasta el año 2020	• 146 mentoras y mentores • 1 070 docentes • 70 380 estudiantes se han impactado indirectamente • 141 934 han tenido un impacto directo
Edades o grados	K-12, docentes
ODS relacionados	4. Educación de calidad 8. Trabajo decente y crecimiento económico 9. Industria, innovación e infraestructura 11. Ciudades y comunidades sostenibles 16. Paz, justicia e instituciones sólidas 17. Alianzas para lograr los objetivos
Eje estratégico STEM	Educación STEM-Desarrollo de la fuerza laboral en la Cuarta Revolución Industrial-Tecnológica
Link	https://tulsastem.org

Evidencia de éxito

Evaluación de impacto por el Instituto PEAR (Partnership in Education and Resilience). Es uno de los primeros casos de estudio de evaluación de Ecosistemas STEM. El estudio muestra un incremento en la oferta de STEM, en el desarrollo continuo de las y los profesionales de la educación, y cambios positivos cuantitativos entre las personas jóvenes participantes. También hubo un crecimiento notable en resultados de matemáticas de estudiantes de tercer grado que participaron en un programa de mentoría del ecosistema, entre otros hallazgos.¹⁴⁶

Descripción

El panorama de Tulsa revelaba una población joven, en crecimiento y diversa, con desarrollo industrial aeroespacial, manufactura, energía, entre otros, lo que proyectaba un aumento exponencial de carreras profesionales STEM de entre 6% y 13% entre los años 2016 y 2026.¹⁴⁷ A pesar de este panorama industrial y económico, el desempeño educativo en matemáticas y ciencias de las y los estudiantes de la región no era el esperado, lo que significó un reto para capacitar y contar con la fuerza laboral que posea los conocimientos y las habilidades específicas necesarias para generar desarrollo en la región.

La Alianza Regional STEM de Tulsa (Tulsa Regional STEM Alliance, TRSA) surgió con la finalidad de “promover, fortalecer y transformar la Educación STEM en la región, incentivando políticas educativas a nivel local, estatal y federal, identificando las necesidades específicas de las y los estudiantes y docentes, y facilitando los recursos necesarios para asegurar que todas y todos los estudiantes cuenten con las mejores oportunidades de Educación STEM”.¹⁴⁸ La organización impacta principalmente a

¹⁴⁶ *Ibidem*, pp. 52-54.

¹⁴⁷ *Ibidem*, p. 2.

¹⁴⁸ *Ibid*, p. 9.

la comunidad con programas *afterschool*, y tiene cuatro metas principales: a) **calcular** mediante métricas que informan la eficacia de los programas; b) **comunicar** al compartir información relevante para sensibilizar sobre su importancia y garantizar el acceso a recursos y actividades STEM; c) **colaborar** al promover recursos y aumentar el impacto; d) **cultivar** el Ecosistema STEM mediante la organización de eventos y actividades. Además, provee de oportunidades de desarrollo profesional a docentes, educadoras y educadores STEM, y diseña programas educativos para niñas, niños y adolescentes.

De acuerdo con el Instituto PEAR (2019), el desarrollo de TRSA tomó cinco años desde la incubación hasta la independencia del programa. Paulatinamente, el ecosistema actualizó metas específicas para guiar objetivos en común al focalizar su acción en áreas específicas: fuerza laboral STEM y desarrollo económico, currículo K-12, desarrollo profesional docente STEM, educación informal y alfabetización STEM.

Relevancia

La evidencia específica de este caso demuestra que las alianzas estratégicas son fundamentales para el crecimiento y desarrollo de ecosistemas de aprendizaje STEM. Sin embargo, para asegurar su transformación se deben monitorear constantemente los indicadores de calidad a lo largo de toda la región, incluyendo a aquellas comunidades que están tradicionalmente marginadas, y continuar diseñando estrategias para integrar a todas y todos en el Ecosistema STEM.¹⁴⁹

¹⁴⁹ *Ibid*, p. 67.

Territorio STEM, Bogotá, Colombia

Nombre	Territorio STEM Bogotá
Población objetivo	Niñas, niños, adolescentes y jóvenes, familias, docentes y directivos docentes de instituciones educativas de Bogotá
Edades o grado	Educación preescolar, básica y media
ODS relacionados	4. Educación de calidad 5. Igualdad de género 8. Trabajo decente y crecimiento económico 11. Ciudades y comunidades sostenibles 12. Producción y consumo responsables 13. Acción por el clima 15. Vida de ecosistemas terrestres 16. Paz, justicia e instituciones sólidas 17. Alianzas para lograr los objetivos
Eje estratégico STEM	Educación STEM-Desarrollo de la fuerza laboral en la Cuarta Revolución Industrial-Tecnológica; y Agenda 2030

Actores e instituciones que participan

Con el objetivo de construir de forma conjunta lineamientos y orientaciones que impulsen la declaratoria de Bogotá como Territorio STEM, se conformó un grupo gestor constituido por organizaciones del sector académico, productivo, gobierno y sociedad civil de la ciudad, con sus respectivos subsectores, el cual se denomina G8-Territorio STEM, y está liderado por la Secretaría de Educación de Bogotá.

También se ha creado la Red de Docentes STEM+Transforma, integrada por 130 docentes de instituciones educativas

públicas de Bogotá que acompañan el proceso de declaratoria y lideran acciones importantes desde el enfoque STEM en los colegios a los cuales están vinculados. Actualmente, se está estructurando un esquema de gobernanza para la red con el fin de proyectar su sostenibilidad y la integración de nuevas y nuevos docentes interesados.

Descripción

Es una apuesta de ciudad orientada a la construcción de una agenda de impacto colectivo que busca promover, articular y facilitar la materialización de experiencias en ambientes de aprendizaje con enfoque STEM, como instrumento catalizador para desarrollar en las niñas, niños, adolescentes y jóvenes competencias del siglo XXI, necesarias para enfrentar los grandes desafíos de su territorio en el marco del desarrollo sostenible y los retos de la Cuarta Revolución Industrial. Es un enfoque educativo que promueve la enseñanza de las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas, mediante la inclusión de metodologías de aprendizaje activo, la conexión de la escuela con los problemas y necesidades de su entorno y la creación de soluciones, en diálogo permanente con comunidades de práctica.

No es una política, un programa o un proyecto, es un poderoso ejercicio de articulación y armonización de acciones, esfuerzos, iniciativas, capacidades e intereses de diversos actores que representan a variados sectores de la sociedad, quienes comparten una visión común en torno al potencial que tiene la Educación STEM para transformar realidades, contextos y condiciones, y con ello posibilitar mayores niveles de bienestar, equidad social, desarrollo económico y sostenibilidad ambiental, en el marco de la Agenda 2030.

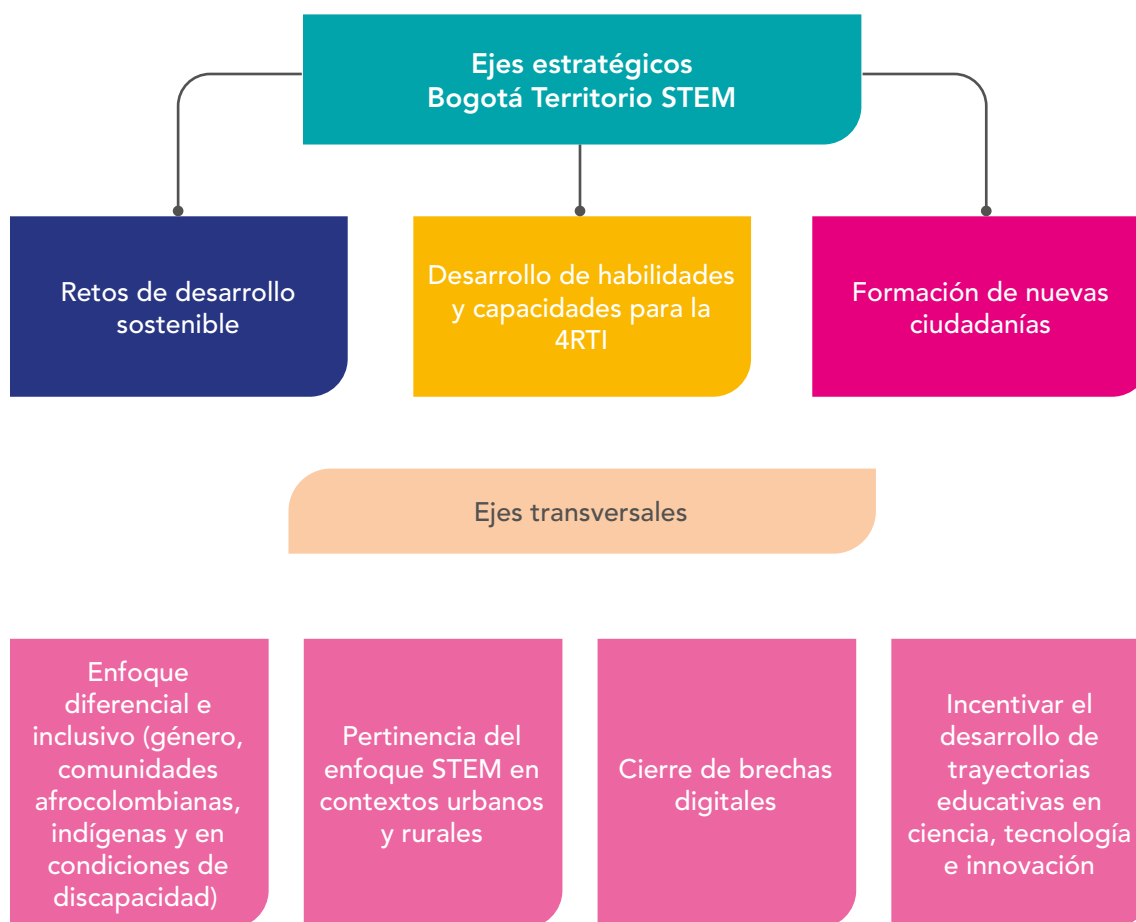
La declaratoria de Bogotá Territorio STEM tuvo lugar el 27 de julio de 2021 con la participación de diversos actores y la presentación de los siguientes objetivos:

- + Promover el acceso a experiencias de aprendizaje con enfoque STEM para todas las niñas, niños, adolescentes y jóvenes de la ciudad, como estrategia para reconocer, estimular y desarrollar sus talentos, desde la creatividad y la innovación
- + Generar acciones para fortalecer el ecosistema en la ciudad, conectando actores e iniciativas y promoviendo la conformación de redes y comunidades de aprendizaje que contribuyan a impulsar movimientos de transformación pedagógica
- + Diseñar y ejecutar estrategias para monitorear y evaluar la efectividad de las acciones que se desarrollen en la agenda de Bogotá Territorio STEM
- + Aportar a la construcción de una estructura institucional y de política pública que posibilite el diseño de una agenda de largo plazo y contribuya a la sostenibilidad de sus acciones
- + Visibilizar los productos resultado de las experiencias de aprendizaje con enfoque STEM, para que a mediano plazo sean referentes que consoliden las vocaciones científicas de niñas, niños, adolescentes y jóvenes de la ciudad



Para lograrlo, Bogotá Territorio STEM crea acciones movilizadoras, pero todas enmarcadas en la siguiente estrategia con objetivos y líneas de acción comunes y concretos (ver Anexo 2. Despliegue de instrumentos Bogotá Territorio STEM).

Figura 4. Transformación pedagógica mediante la Educación STEM



Fuente: Dirección de Ciencias, Tecnologías y Medios Educativos de la SED, 2021

Agenda hacia la construcción del Territorio STEM + H Estado de México, México

Nombre	Agenda hacia la construcción del Territorio STEM + H en el Estado de México
Población objetivo	Niñas, niños, jóvenes, docentes en formación y en servicio y otros actores educativos del Estado de México
Impacto	Desde el 2009, se ha implantado el Programa SEVIC Experimento, que actualmente atiende a... • 570 escuelas (de educación básica) en las 14 regiones del estado, • cinco mil docentes mediante la ejecución del programa en las escuelas, quienes reciben formación en el enfoque STEM impactando, a su vez, a más de sesenta mil estudiantes de educación básica, • escuelas de educación regular y educación especial. Impacto en 133 590 docentes (4 007 700 estudiantes de forma indirecta) en acciones efectuadas
Edades o grado	Preescolar, primaria y secundaria

ODS relacionados	3. Salud y bienestar 4. Educación de calidad 5. Igualdad de género 6. Agua limpia y saneamiento 7. Energía asequible y no contaminante 13. Acción por el clima 14. Vida submarina 15. Vida de ecosistemas terrestres 16. Paz, justicia e instituciones sólidas 17. Alianzas para lograr los objetivos
Eje estratégico STEM	Promueve los cuatro ejes estratégicos

Resultados

El Estado de México ha tenido avances importantes que inciden en su crecimiento, entre los que destacan el desarrollo de habilidades de las y los estudiantes mexiquenses para la resolución de problemas; pensamiento crítico y creativo; colaboración y comunicación; experiencias de aprendizaje transformadoras que inspiran, empoderan y los involucran; vinculación entre el sector educativo, empresas y gobierno para la construcción conjunta de un catálogo de servicios para el desarrollo territorial y servicios institucionales empresariales; construcción de un sistema dual mexiquense que incide en la reducción del desempleo, la marginación y la pobreza; alineación de la oferta educativa con las necesidades del sector productivo (formación media superior y superior); intervención territorial mediante un enfoque sistémico; empalme de la Empresa 4.0 con la Educación 4.0; fortalecimiento de los programas de formación para los perfiles técnico medio,

técnico superior, licenciatura, ingeniería y posgrado; reorientación de la oferta educativa con énfasis en la vocación productiva de la región; conformación de políticas de desarrollo regional y subnacional desde la triada sector educativo, sector social y sector gubernamental.

Antecedentes y descripción

El primer Territorio STEM que se constituyó en nuestro país fue en el Estado de México, su declaratoria se llevó a cabo en el Foro Internacional Vanguardia en la Educación (FIVE) en noviembre de 2018. Este foro, organizado por el Gobierno del Estado de México en alianza con Innovación en la Enseñanza de la Ciencia, A. C. (INNOVEC) y la Fundación Internacional Siemens Stiftung, convocó a estudiantes, docentes y autoridades educativas de los distintos niveles del estado, así como a fundaciones, empresas, organismos empresariales e instituciones especialistas en Educación STEM nacionales e internacionales.

Con estos actores, se llevó a cabo una reflexión profunda en torno a este diseño educativo y la importancia de trabajar en redes colaborativas a través de la estrategia “Territorios STEM”. Se reflexionó mediante conferencias, paneles de discusión y talleres, con lo que se logró un importante impacto y un consenso entre los diferentes actores de la sociedad acerca de la necesidad de impulsar la Educación STEM en el Estado de México para generar en las y los estudiantes las capacidades necesarias que demanda la Cuarta Revolución Industrial y para la resolución de problemas complejos del mundo, especialmente los señalados en los ODS de la Agenda 2030.

Al establecer el “Territorio STEM + H”, las autoridades educativas del Estado de México tuvieron como objetivo impulsar a este estado como el centro logístico del país para establecer vínculos relevantes entre distintos sectores y contribuir a la reorientación de la oferta educativa con énfasis en la vocación

productiva de la región. Para ello se conformaron los siguientes nodos productivos: Agroindustrial Atlacomulco, Agroindustrial Villa Victoria, Agroindustrial Tejupilco, Agroindustrial Villa Guerrero, Aeropuerto Internacional de Toluca, Aeropuerto Internacional Felipe Ángeles, Automotriz, Tren Interurbano, Logístico y Salud.

Actores e instituciones

Desde la constitución de este territorio, impulsado por la Secretaría de Educación del Estado de México, a la fecha se han creado una serie de alianzas para impulsar la integración del enfoque STEM en las escuelas de educación básica y media superior del estado. Para ello, colaboran estructuras educativas del subsistema estatal y federal. Se suma la importante colaboración con la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), con quienes se trabajan programas de educación ambiental en las escuelas de educación básica del Estado de México.

La Secretaría de Educación del Estado de México ha implantado junto a INNOVEC, la Fundación Internacional Siemens Stiftung, la Oficina de Educación Climática (OCE), entre otros, proyectos STEM en las escuelas de educación básica. A esta alianza se han sumado universidades, centros de investigación, museos de ciencia y tecnología, fundaciones, asociaciones civiles, empresas y organismos no gubernamentales, para favorecer la introducción del enfoque.

En 2021, se llevó a cabo un primer Taller de Planificación Estratégica de Territorios STEM y Educación en Cambio Climático, donde los diferentes actores del territorio definieron un plan para la ejecución de programas STEM con foco en desarrollo sostenible y cambio climático a cinco años de plazo en escuelas de educación básica del estado. A este territorio se integrarán nuevos miembros para seguir creciendo esta estrategia.

Programas

Cuenta con varios programas con el enfoque STEM, con temáticas orientadas a los ODS de la Agenda 2030 de la ONU, que convergen con lo planteado en el Plan de Desarrollo del Estado. Uno de los más importantes es el Programa Sistemas de Enseñanza Vivencial e Indagatoria de la Ciencia (SEVIC Experimento), el cual se ha implantado desde el ciclo escolar 2009-2010 en escuelas públicas de educación básica.



IMAGINEMOS UNA ESCUELA STEM PARA PREESCOLAR Y PRIMARIA*

*La enseñanza debe ser por la acción.
La educación es la vida; la escuela es la
sociedad.*

John Dewey (filósofo y psicólogo)

* Autoras: Marlene Gras, Carolina Alí

En este apartado nos atrevemos a imaginar, en conjunto, como ecosistema, cómo es una Escuela con Educación STEM para preescolar y primaria. Idealmente, puede ser un punto de partida para la discusión y el enriquecimiento.

En el capítulo “Pedagogía y enfoques” se mencionó que es central “instalar una práctica pedagógica que sea sensible a los intereses y necesidades de las personas jóvenes y sus comunidades”¹⁵⁰ y, para ello, es indispensable contar con una **cultura escolar** que permita y gire en torno a la **experimentación, creación, agencia e innovación** con inclusión y con lentes de sustentabilidad para lograr la visión STEM para México.

Sería ideal tejer toda la experiencia educativa desde un perfil de egreso de la educación obligatoria, escoger cuidadosamente las experiencias educativas en cada nivel y en cada grado, y conectar a las y los estudiantes por intereses intergeneracionales. Pero la organización de la escuela mexicana pública no permite esto, pues cada nivel se lleva a cabo en un plantel diferente; sin embargo, sí se comparte el mismo perfil de egreso y se mencionan competencias que se logran con una Educación STEM de calidad (“Perfil educación obligatoria”¹⁵¹), por lo que no se descarta la posible sinergia entre escuelas de distintos niveles en una comunidad.

Una Escuela STEM tendrá que hacer adecuaciones para potenciar la Educación STEM en los siguientes ámbitos.

- + **Cultura y liderazgo escolar.** Generar una visión común, y una identidad y cultura STEM que propicien fuertemente la literacidad científica y STEM en toda la comunidad escolar, con los cuatro enfoques de los ejes estratégicos incorporados a cada aspecto de la vida escolar de forma auténtica. Las acciones del cuidado del

¹⁵⁰ A. Fitzgerald, C. Haeusler y L. Pfeiffer, *op. cit.*, p. 8.

¹⁵¹ SEP, “Perfil de egreso de la educación obligatoria”, en SEP [en línea], disponible en <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/792397/plan_de_estudio_para_la_educacion_preescolar_primaria_secundaria_2022.pdf>, fecha de consulta: 18 de enero de 2023.

medioambiente deben permear toda la cultura escolar, así como las acciones de personal directivo, docente, administrativo, operativo y estudiantil.¹⁵²

- + **Pedagogía.** Evolucionar hacia el uso sistémico de pedagogías activas e integradoras, poniendo el énfasis en la inclusión de una amplia diversidad de estudiantes. Dichas pedagogías deben ejecutarse en toda la trayectoria educativa y se deben fortalecer aquellas que resultan más efectivas para las disciplinas STEM (capítulo “Pedagogía y enfoques”); además, debe incluirse una pedagogía holística o integradora que vaya más allá del contenido cognitivo, y se enfoque en involucrar a las y los estudiantes socioemocionalmente en un aprendizaje orientado a la acción y participación.¹⁵³
- + **Currícula.** Transformar espacios curriculares en espacios para trabajar STEM de forma integrada, pero sin excluir las áreas disciplinares de saberes centrales. Incluir, además, la educación ambiental de forma transversal,¹⁵⁴ así como nociones y estrategias de inteligencia artificial, robótica y programación.
- + **Evaluación.** Replantear la evaluación —incluso la forma de reportar un logro— hacia una que contemple los procesos, que celebre el error, que permita las iteraciones, la innovación en la resolución de problemas, el pensamiento crítico y el desarrollo integral.
- + **Profesionalización de agentes educativos** en contenido disciplinar, pedagogías integradoras, Educación STEM e inclusión (capítulo “Consejos para iniciar la Educación STEM”) y generar espacios de aprendizaje entre docentes de forma regular, así como oportunidades de coenseñanza.
- + **Vinculaciones.** En sentido figurado, tirar las paredes de la escuela para valerse de los recursos de la comunidad para enriquecer el aprendizaje de las niñas y los niños, una práctica que sea parte dinámica de la vida de la comunidad. Idealmente, formar parte activa de un ecosistema o territorio STEM.

¹⁵² UNESCO, *Learn for our planet...*, op. cit., p. 10.

¹⁵³ *Idem.*

¹⁵⁴ *Idem.*

+ Infraestructura, materiales y equipamiento

- ✚ Contar con **espacios verdes** que inspiren y sensibilicen a las y los estudiantes y que sean laboratorios vivos, como huertos, jardines verticales, jardines polinizadores, terrarios, etcétera.
- ✚ Trabajar con **materiales adecuados a la edad**, lo más naturales y auténticos posible, que den pie a la exploración y a la adquisición de habilidades específicas en una currícula viva, vivencial y habilitadora (materiales reciclados, lupas, microscopio, material eléctrico, etcétera); es decir, que no brinde solo conocimientos.
- ✚ Tener **equipamiento específico** para la adquisición de algunas habilidades concretas. El material tangible es indispensable para la Educación STEM, pero no tenerlo no representa un obstáculo para empezar; es más, contar con el material más costoso tampoco significa que se llevará a cabo una Educación STEM de calidad. Por ello, y por las condiciones reales en las que se encuentran las escuelas mexicanas, diremos que es deseable contar con material estratégico que apoye la enseñanza vivencial e indagatoria, que permita al estudiantado adquirir incluso habilidades específicas como observar a través de una lupa o un microscopio, así como poder crear y estructurar sus ideas en una computadora. Pero un buen comienzo es simplemente aprender a observar, a crear y a estructurar mediante pedagogías activas e integradoras, así como por medio de la indagación con materiales reciclados y cotidianos.

Consideraciones sobre la Escuela STEM

- + Se inserta en una visión de desarrollo integral de las niñas y los niños, y atiende su desarrollo académico, cognitivo, ético, físico, psicológico y socioemocional.¹⁵⁵ Si bien propicia en alguna medida casi todos estos aspectos, se requiere ir más allá de la Educación STEM para lograrlo a cabalidad.
- + Puede adquirir una identidad propia y diferenciadora que idealmente la arraigará a su localidad o a una serie de valores propios;

¹⁵⁵ AppSTEM, *op. cit.*, p. 36.

por ejemplo, ser una escuela que examina toda o parte de su currículo desde la astronomía, o desde el tema de océanos y bosques, o de tecnologías, etcétera.

- + Siempre incluir tecnología en alguna de sus formas (aún las más básicas) y multiliteracidades.
- + Una Escuela STEM preescolar necesita acceso imprescindible a áreas verdes y de juego con elementos naturales. Si no se cuenta con terreno propio, puede hacerse una alianza. Una de primaria deberá proveer acceso cotidiano a áreas naturales locales.
- + Deben existir iniciativas de organismos expertos en Educación STEM para valorar y reconocer los esfuerzos de estas escuelas por integrar los elementos aquí planteados, de manera congruente con su filosofía institucional. Estos organismos —parte del Ecosistema STEM— impulsarán el avance de una educación de esta naturaleza de calidad.

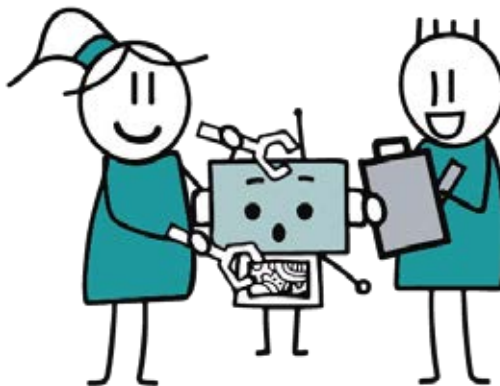
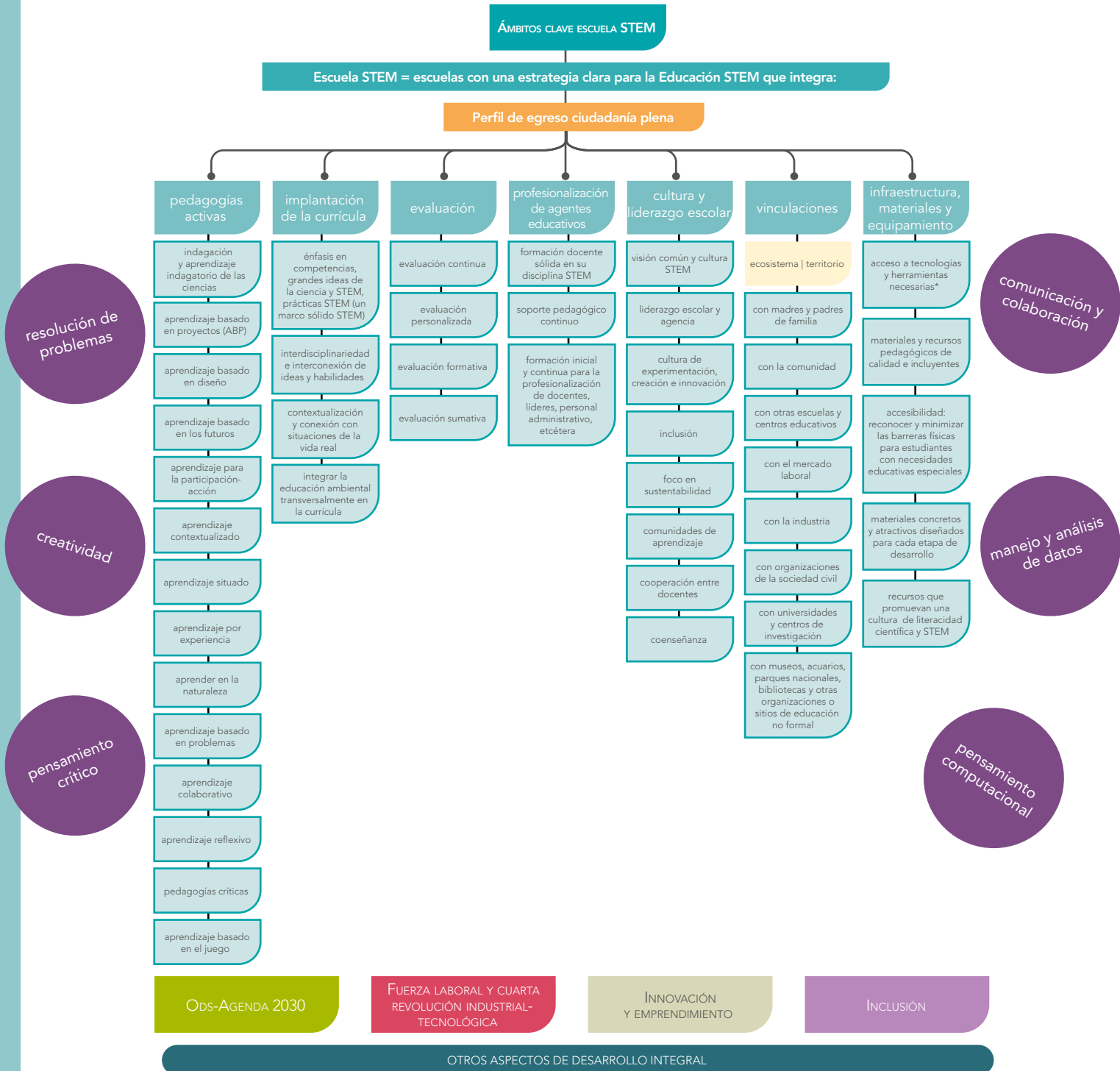


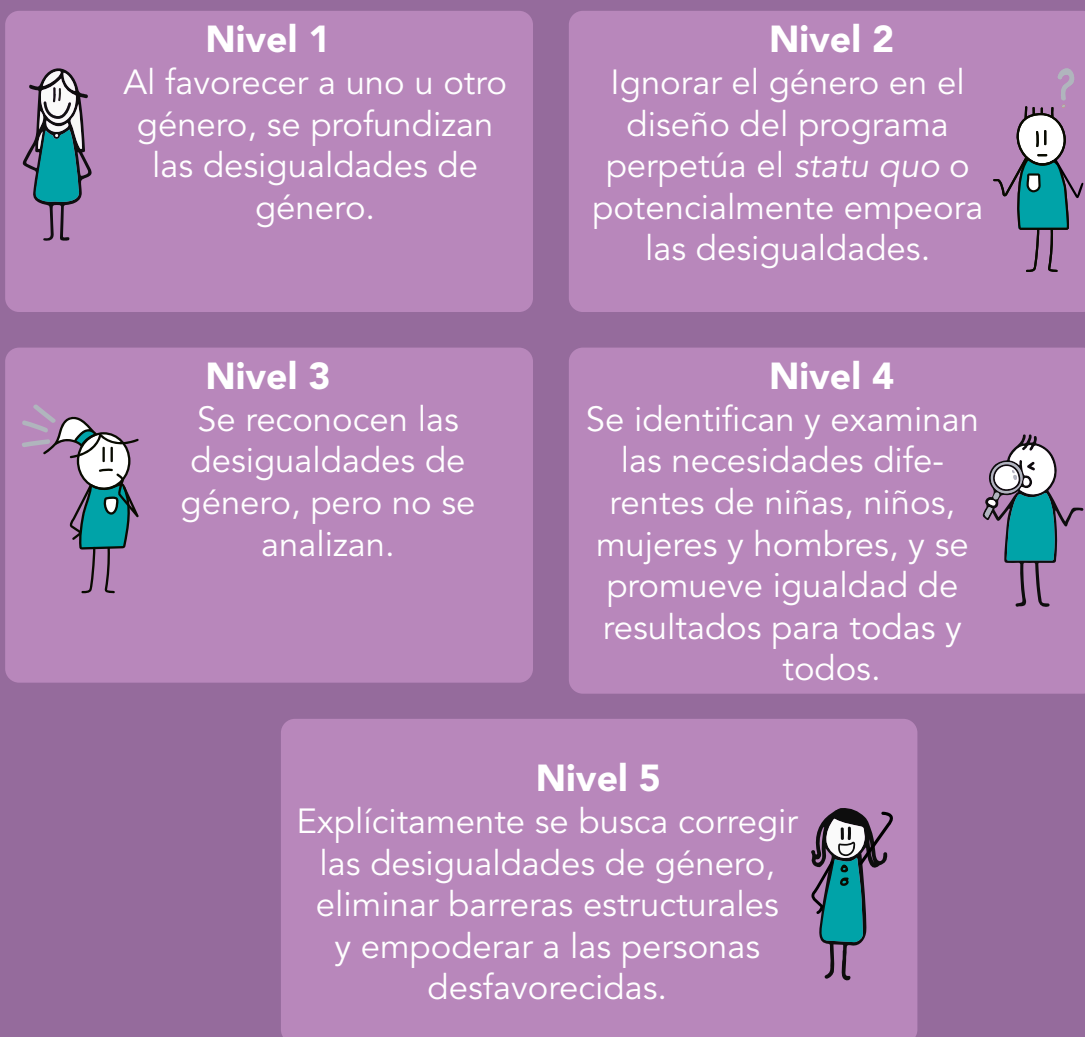
Figura 5. Ámbitos clave de una Escuela STEM con visión para México



Adaptado de M. Jiménez Iglesias et al., *European STEM schools report: key elements and criteria*, Bruselas, European Schoolnet, 2018; AppSTEM, op. cit. y M. Gras, C. Ali y L. Segura, op. cit.

Cuando dé ejemplos en sus clases, haga hincapié en proyectos STEM creados por mujeres para inspirar a las niñas y adolescentes.

Figura 6. Enfoque transformador de género



Fuente: UNFPA-UNICEF, "Nota técnica sobre enfoques transformadores de género en el programa mundial de UNFPA-UNICEF para poner fin al matrimonio infantil, fase II: resumen para profesionales", disponible en <<https://goo.su/V5yj6eG>>, fecha de consulta: 3 de febrero de 2023.

ACTIVIDADES DEL ECOSISTEMA STEM*

Tenemos que reconocer que el florecimiento humano no es un proceso mecánico, es un proceso orgánico. Y no puedes predecir el resultado del desarrollo humano. Todo lo que puedes hacer, como un campesino, es crear las condiciones bajo las cuales ellos empezarán a florecer.

Sir Ken Robinson (pensador, conferencista y asesor internacional)

* Autores: Marlene Gras, Luisa Alejandra Domínguez, Laura Segura, Ana Vater. Actividades STEM: TierraED, ApiSec Learn, STEM for Kids, El Garage Project Hub, Creativa Kids, Baylab

Movimiento STEM y las instituciones EduSTEM aliadas

Movimiento STEM es una asociación civil que al provocar un cambio sistémico en América Latina y el Caribe, busca que las y los jugadores clave implanten la Educación STEM con calidad para cerrar brechas y resolver los grandes retos del siglo XXI. Es el órgano máximo de representación del **Ecosistema STEM** y una iniciativa avalada por Global STEM Alliance y STEM Learning Ecosystems. Tiene un modelo de intervención para alinear programas, detonar **diálogo** al más alto nivel, generar **vinculaciones** estratégicas y propiciar la **calidad** de esta educación en la región.

Movimiento STEM, convencido de que solo con la colaboración se puede acelerar el cambio educativo que requiere el país, decidió integrar el Ecosistema STEM e impulsar a instituciones, empresas, organismos internacionales, academias, organizaciones y aliados a generar alianzas intersectoriales que transformen la **Educación STEM** en **América Latina y el Caribe**. Sostiene que la **Educación STEM**:

- + Es una tendencia mundial que promueve la enseñanza de Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (por sus siglas en inglés), como pilares del desarrollo sostenible y bienestar social.
- + Celebra la **interdisciplinariedad** al fomentar la interacción con áreas como las artes, los negocios, la filosofía o las humanidades, entre otras.
- + Propone un **aprendizaje basado en la solución de problemas** a través de diversas metodologías activas para generar procesos de innovación con empatía.
- + Impulsa las Tecnologías Exponenciales y las vocaciones en STEM al preparar a la juventud para la **innovación** y el **emprendimiento**, así como **los empleos del futuro**.

- + Fomenta el trabajo en **equipo** y desarrolla las **habilidades socioemocionales** indispensables para ejercer una ciudadanía plena y globalmente responsable.
- + Es esencial para el cumplimiento de la **Agenda 2030** de la ONU.
- + Promueve la participación de las niñas y mujeres en estas áreas.
- + Las Competencias en STEM —según el Foro Económico Mundial— son las más relevantes para enfrentar exitosamente la Cuarta Revolución Industrial-Tecnológica.

Busca dar visibilidad a quienes hacen realidad la Educación STEM en América Latina y el Caribe, para lo cual ha creado un catálogo de aliados que se encuentran llevando a cabo actividades educativas STEM, cuya información está disponible en el sitio web de Movimiento STEM.¹⁵⁶ Las actividades que efectúan incluyen las siguientes características.¹⁵⁷

Cuadro 10. Mapa de características de aliados EduSTEM

Oferta de productos y servicios	
• Formación docente • Educación formal curricular / <i>afterschool</i> • Consultoría educativa • Educación en espacios no formales	• Redes de mentoría • Ludificación / gamificación • Espacios <i>maker</i>

¹⁵⁶ Sitio web Movimiento STEM en la sección Oferta [en línea], disponible en <<https://www.movimientostem.org/integrantes-ecosistema-stem-1/>>, fecha de consulta: 10 de febrero de 2023.

¹⁵⁷ Oferta de productos y servicios; formatos en los que brinda sus servicios; temáticas STEM destacadas; audiencias en las que inciden; ejes estratégicos de la educación STEM en los que abonan; competencias STEM desarrolladas; habilidades socioemocionales; espacios en los que operan.

- Evaluación / certificación
- EdTech / plataformas educativas
- Investigación
- Libros y publicaciones
- Equipamiento y soluciones tecnológicas
- Ferias/concursos STEM

Formatos en los que brinda sus servicios

- En línea
- Mixto / híbrido
- Presencial

Temáticas STEM destacadas

- STEM + (proyectos transversales)
- Ciencias
- Robótica / programación
- Ingeniería
- Tecnología
- Matemáticas

Audiencias en las que inciden

- Educación STEM en primera infancia
- Educación básica
- Educación media superior
- Educación superior: carreras y empleos del futuro
- Niñas y mujeres en STEM
- Formación técnico-profesional y educación dual
- Espacios e iniciativas de educación no formal
- Normales y desarrollo profesional docente

Ejes estratégicos de la Educación STEM en los que abonan

- Inclusión con perspectiva de género y foco en mujeres
- Desarrollo de la fuerza laboral para la Cuarta Revolución Industrial-Tecnológica
- Agenda 2030 y Objetivos de la OCDE
- Innovación y emprendimiento

Competencias STEM que desarrollan

- Pensamiento crítico
- Resolución de problemas
- Creatividad
- Comunicación
- Colaboración
- Alfabetización de datos
- Alfabetización digital y ciencias computacionales

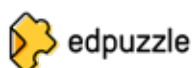
Habilidades socioemocionales que desarrollan

- Conciencia de sí mismo(a)
- Autogestión
- Conciencia social
- Habilidades de relación
- Toma de decisiones responsable

Espacios en los que operan

- Escuelas
- Instalaciones propias
- Museos y casas de cultura
- Espacios abiertos (parques y jardines)
- Empresas
- Espacio digital / plataforma web / app

Entre otros aliados, se encuentran:



Consulte información
detallada de los aliados
STEM en:



Además, en este apartado, compartimos seis actividades para que pruebe en su aula la Educación STEM. Tenga en cuenta que para que STEM sea realmente efectivo, debe trabajarse desde la educación formal y la no formal de forma secuenciada. Por ello, estas actividades funcionan sueltas, pero será mucho más rica la experiencia si desarrolla secuencias didácticas a partir de estas.

¿Cómo estructurar una lección STEM?

Plantilla sugerida

Incluimos diversos elementos en la plantilla; siéntase en libertad de utilizarla para crear sus **propias actividades STEM y secuencias didácticas**. La puede emplear como un apoyo para recordar elementos que son importantes. Los apartados de la plantilla son los siguientes.

Acerca de la lección

- + Nombre de la organización que propone la lección
- + Nombre de la actividad
- + Cruce con áreas STEM
- + Cruce con otros campos disciplinares
- + Asignaturas
- + Duración
- + Lugar (el espacio físico en donde se llevará a cabo la sesión)
- + Rango de edad
- + Contexto educativo
- + Grados
- + Descripción de la actividad
- + Ejes estratégicos
- + Objetivo (por competencia, incluyendo educación socioemocional)
- + Materiales
- + Preparación previa
- + Explicación breve a educadoras o educadores
- + Pregunta indagatoria o detonante
- + Vocabulario clave
- + ODS
- + Gran idea de la ciencia

Desarrollo de la sesión

Dejamos el ciclo de aprendizaje en una sencilla introducción, desarrollo y cierre, pero en la medida en que se adquiriera más experiencia, se recomienda explorar e integrar a la propia práctica **modelos instruccionales** efectivos como el de las 5E o los pasos del Aprendizaje Basado en Proyectos.

- + Introducción
- + Desarrollo
- + Cierre
- + Prácticas STEM
- + Aprendizajes curriculares
- + Evaluación formativa
- + Extensión de la clase
- + Recursos
- + Sugerencias o recomendaciones

Queremos detallar algunos de ellos. Por ejemplo, es importante revisar de manera intencional qué conceptos de STEM se examinan, al menos deberán estar **dos de las disciplinas** que componen esta estrategia educativa. De otra manera, solo se tratará de una actividad de una disciplina STEM, pero sin ser parte del modelo. Nos gustaría resaltar la intención de añadir los cruces con los **ODS**, lo cual obedece a que son indicadores ideales para saber si vamos avanzando para construir un mundo más sostenible e incluyente. La visión de STEM para México es que siempre apunte hacia la construcción de un mundo **culturalmente sostenible y solidario**.

En estas plantillas incluimos los **principios y las grandes ideas de la ciencia de Harlen**;¹⁵⁸ eventualmente podría enriquecerse en cuanto se cuente con mayor consenso en torno a la

¹⁵⁸ H. Wynne, *Principios y grandes ideas para la educación en ciencias: competencias de ciencias en la escuela*, Madrid, Alfaomega popular, 2012.

relación de estos con las grandes ideas de STEM, las interdisciplinarias y las abarcadoras.

Es importante que, en cada lección y para toda la secuencia, determine cómo sabrán las y los estudiantes y docentes que lograron el objetivo de aprendizaje, e incluya una **evaluación formativa**.

En la plantilla que se propone a continuación, verá a detalle qué se recomienda incluir en cada uno de los elementos que la componen. Es una propuesta para facilitar el abordaje integrado de STEM que puede ser modificado y enriquecido de tal forma que lo auxilie conforme avanza en el campo de estudio de la Educación STEM.



Nombre de la organización que propone la lección		Escriba el nombre de su organización.	
Primera sección. Acerca de la lección			
Nombre de la actividad Sugerimos un nombre atractivo que detone curiosidad.	Cruce con áreas STEM Seleccionar ☐ S (Ciencias) ☐ T (Tecnología) ☐ E (Ingeniería) ☐ M (Matemáticas)	Cruce con otros campos disciplinares Escriba otros campos disciplinares que se cruzan con esta actividad, si los hubiera; por ejemplo, historia, danza, pintura, civismo, educación física, etcétera.	
Asignaturas ¿En qué asignaturas puede ser elaborada?	Duración Duración total aproximada de la sesión	Lugar Anote el espacio físico en donde se llevará a cabo la sesión; por ejemplo, en el exterior, en el laboratorio de ciencias, en el aula, en el patio escolar, etcétera.	
Rango de edad Escriba el rango de edad para el que fue diseñada esta actividad.	Contexto educativo Seleccione: ☐ Educación formal (escolar) ☐ Educación no formal (no escolar)	Grados Si es una actividad para la educación formal, indique para qué grado ha sido diseñada. ☐ Preescolar ☐ 1° primaria ☐ 2° primaria ☐ 3° primaria ☐ 4° primaria ☐ 5° primaria ☐ 6° primaria	

Descripción de la actividad	Describa, en dos renglones máximo, por qué propone esta actividad para iniciar con STEM. Si está trabajando con un marco instruccional en concreto o esta lección es parte de una secuencia didáctica que finaliza en un producto o proyecto, menciónelo aquí (Aprendizaje Basado en Proyectos u otro). Especifique también el paso o momento al que corresponde esta lección (“lanzamiento del proyecto” o “imagina” o “construye”).	Ejes estratégicos	Seleccione hacia qué eje estratégico es relevante esta actividad. ☐ Eje estratégico educación STEM-Agenda 2030 ☐ Eje estratégico educación STEM-desarrollo de la fuerza laboral en la Cuarta Revolución Industrial-Tecnológica ☐ Eje estratégico educación STEM-innovación y emprendimiento ☐ Eje estratégico educación STEM-inclusión
Objetivo	Deben ser observables y puntuales: “Los estudiantes serán capaces de... ” .	Materiales	Enliste puntualmente los materiales que se requieren para llevar a cabo esta actividad.
Preparación previa	(Tiempo, por ejemplo, 30 min). Describa brevemente lo que deba prepararse con antelación.	Explicación breve a educadores	Explicación de los conceptos clave: qué cuidar, cuáles podrían ser algunas concepciones erróneas en torno al tema, cómo afrontar el abordaje. Recuerde: cuando dé ejemplos en sus clases, haga hincapié en los proyectos STEM creados por mujeres para inspirar a las niñas.
Pregunta indagatoria o detonante	Son preguntas que detonan la indagación, la curiosidad y el involucramiento.	Contexto educativo	Conceptos o términos científicos Recuerde: lo que no se nombra, no existe. Cuando no hace uso del lenguaje inclusivo, invisibiliza a las mujeres, ¡úselo! ODS ¿Con cuáles Objetivos de Desarrollo Sostenible se relaciona esta actividad?

Gran idea de la ciencia

Seleccione la gran idea de la ciencia principal que trabaja esta actividad.

Catorce grandes ideas que permiten entender, maravillarse y disfrutar el mundo natural

- ☐ 1. Todo material en el universo está compuesto de partículas muy pequeñas.
- ☐ 2. Los objetos pueden afectar otros objetos a distancia.
- ☐ 3. El cambio de movimiento de un objeto requiere que una fuerza neta actúe sobre él.
- ☐ 4. La cantidad de energía del universo siempre es la misma, pero la energía puede transformarse cuando algo cambia o se hace ocurrir.
- ☐ 5. La composición de la Tierra y de la atmósfera y los fenómenos que ocurren en ellas le dan forma a la superficie de la Tierra y afectan su clima.
- ☐ 6. El Sistema Solar es una muy pequeña parte de una de las millones de galaxias en el universo.
- ☐ 7. Los organismos están organizados con base en células.
- ☐ 8. Los organismos requieren de un suministro de energía y de materiales de los cuales, con frecuencia, dependen y por los que compiten con otros organismos.
- ☐ 9. La información genética es transmitida de una generación de organismos a la siguiente.
- ☐ 10. La diversidad de los organismos, vivientes y extintos, es el resultado de la evolución.

Ideas acerca de la ciencia

- ☐ 11. La ciencia supone que para cada efecto hay una o más causas.
- ☐ 12. Las explicaciones, las teorías y los modelos científicos son aquellos que mejor dan cuenta de los hechos conocidos en su momento.
- ☐ 13. El conocimiento generado por la ciencia es usado en algunas tecnologías para crear productos que sirven a propósitos humanos.
- ☐ 14. Las aplicaciones de la ciencia tienen con frecuencia implicancias éticas, sociales, económicas y políticas.

Segunda sección. Desarrollo de la sesión

Describe en cada apartado (introducción, desarrollo y cierre) cómo llevar a cabo la actividad paso a paso, incluyendo aspectos prácticos sobre cómo colocar el material, consignas claras, y los consejos que desee para que la actividad resulte exitosa. Puede hacerlo en forma de viñetas.

Introducción

Preguntas indagatorias o lo que detonará la curiosidad de las y los estudiantes para engancharse con esta actividad.

Recuerde: fomente las aportaciones de las niñas; sus participaciones son valiosas e importantes.

Desarrollo

Continúe describiendo cómo se lleva a cabo la actividad. Ayude a que quede claro cómo incluir a todas y todos.

Recuerde: debe incluir a mujeres y hombres por igual, y facilite que las niñas tomen roles de liderazgo dentro del equipo.

Cierre

Describe cómo proponen cerrar esta actividad para que se lleve a cabo una metacognición (que las niñas y los niños puedan ver con claridad qué lograron, qué aprendieron y qué hicieron para lograrlo).

¿Qué prácticas STEM utilizas en esta actividad?

- ☐ Argumentar a partir de pruebas
- ☐ Formular preguntas y definir problemas
- ☐ Planificación y ejecución de investigaciones
- ☐ Desarrollo y uso de modelos
- ☐ Obtención, evaluación y comunicación de datos
- ☐ Análisis e interpretación de datos
- ☐ Construcción de explicaciones y diseño de soluciones
- ☐ Uso de matemáticas y pensamiento computacional

Prácticas STEM

Opcional: si su actividad es de educación formal y conoce los aprendizajes curriculares que examina su actividad, puede enumerarlos aquí.

Aprendizajes curriculares

Extensión de clase

¿Sugiere alguna actividad posterior o esta actividad es parte de una secuencia que quiere compartir?

Ponga el link aquí.

Recursos

Puede incluir fuentes de información relevantes para esta actividad. Emplee el formato APA para que podamos incluirlas.

Sugerencias o recomendaciones

Opcional: incluya ideas, sugerencias o recomendaciones para maximizar los resultados de la lección.

Actividades

Presentamos seis lecciones STEM creadas por aliados. Estos ejemplos pertenecen a la **educación no formal**; sin embargo, dada la naturaleza de estas actividades, es muy fácil incorporarlas a la **educación formal** en los diferentes grados de la educación básica. Las hemos ordenado de acuerdo con los rangos de edad que nos presentaron los jugadores del Ecosistema STEM. Fueron desarrolladas en la plantilla que acabamos de analizar.

Lección 1.

Actividad “¿Quién nos visita hoy?” por TierraED (5-10 años de edad)

Es una actividad para que el estudiantado piense de qué manera puede observar e identificar a visitantes en flores, jardines y parques públicos. Es parte de una secuencia que les llevará a generar habilidades de agencia al crear una solución que proteja y desarrolle la vida de polinizadores en el espacio público de su elección. A pesar de haber sido concebida dentro de la educación no formal y pensada en un contexto urbano, puede adecuarse a contextos escolares e involucrar a todos los grados de la escuela. Se puede estudiar la fenología (que se refiere a todas las etapas de la vida de los seres vivos) de las plantas a lo largo de un año, o bien, puede ajustarse al ciclo escolar; también es posible invitar a las niñas y niños a que, con ayuda de sus docentes, desarrollen un sistema, o bien, que creen o utilicen una aplicación en la cual se registre a los diferentes visitantes florales.

LECCIÓN 1. ¿QUIÉN NOS VISITA HOY?

Nombre de la organización que propone la lección				Exploradores TierraED
Primera sección. Acerca de la lección				
Nombre de la actividad	¿Quién nos visita hoy?	Cruce con áreas STEM	Seleccionar ☒ S (Ciencias) ☒ T (Tecnología) ☐ E (Ingeniería) ☒ M (Matemáticas)	Cruce con otros campos disciplinares • Civismo • Lectura
Asignaturas	Ciencias naturales o Ciencias de la vida	Duración	60 minutos	Lugar Un parque, un jardín o un espacio seguro para las niñas y los niños, que tenga plantas con flores
Rango de edad	De 5 a 8 años	Contexto educativo	☐ Educación formal (escolar) ☒ Educación no formal (no escolar)	Grados No aplica
Descripción de la actividad	El proyecto consiste en que las niñas y los niños pequeños observen flores y visitantes florales como abejas y mariposas, entre otros, en jardines públicos. Esta actividad es parte de la secuencia didáctica “¡Conócenos y cuidanos!” de TierraED, en la que los estudiantes exploran y se preguntan: “¿Pueden existir ecosistemas en nuestros parques y jardines?”.			☒ Eje estratégico Educación STEM-Agenda 2030 ☐ Eje estratégico Educación STEM-desarrollo de la fuerza laboral en la Cuarta Revolución Industrial-Tecnológica ☐ Eje estratégico Educación STEM-innovación y emprendimiento ☐ Eje estratégico Educación STEM-inclusión
Objetivos	Idear la manera de identificar y contar qué animales visitan las flores de los jardines de parques públicos			Materiales • Poemas, adivinanzas o lecturas relacionadas con algún visitador floral

Primera sección. Acerca de la lección			
	Reconocer que las flores de los jardines son visitadas por aves, mariposas, abejas, avispas, abejorros y moscas, entre otros seres vivos. Educación Socioemocional: Puede identificar maneras de trabajar y jugar con los demás.		• Siluetas y fotos impresas de abejas, mariposas, escarabajos y aves • Lupas • Teléfonos celulares
Preparación previa	Primero se definirá el jardín donde se llevará a cabo la actividad. Habrá plantas con flores (forma parte de la secuencia haberlas plantado previamente), y será un área segura a la altura de las niñas y los niños pequeños. Es preferible que no se haya fumigado antes.	Explicación breve a educadores	Los visitantes florales incluyen insectos como abejas, avispas, moscas, mariposas, escarabajos y otros animales como arañas, aves y murciélagos. No todos los visitantes florales son polinizadores, pero es una oportunidad excelente para introducir el concepto de polinización. El objetivo es que las niñas y los niños entiendan que las flores proveen alimento y refugio a diferentes especies, y que los visitantes florales llevan a cabo la polinización al intercambiar el polen de una flor a otra.

Primera sección. Acerca de la lección

Recuerde: cuando dé ejemplos en sus clases, haga hincapié en proyectos STEM creados por mujeres para inspirar a las niñas.

- Flores
- Visitadores florales
- Polinizadores
- Insectos
- Aves
- Murciélagos
- Néctar

Pregunta indagatoria o detonante

¿Quiénes visitan las flores? ¿Por qué los animales visitan las flores? ¿Qué tienen las flores que atraen a los insectos, aves y murciélagos?

Vocabulario clave

SDS

Recuerde: lo que no se nombra, no existe. Cuando no hace uso del lenguaje inclusivo, invisibiliza a las mujeres, ¡úselo!

4. Educación de calidad
11. Ciudades y comunidades sostenibles
13. Acción por el clima
15. Vida de ecosistemas terrestres

Primera sección. Acerca de la lección

Catorce grandes ideas que permiten entender, maravillarse y disfrutar con el mundo natural

- ☐ 1. Todo material en el universo está compuesto de partículas muy pequeñas.
- ☐ 2. Los objetos pueden afectar otros objetos a distancia.
- ☐ 3. El cambio de movimiento de un objeto requiere que una fuerza neta actúe sobre él.
- ☐ 4. La cantidad de energía del universo siempre es la misma, pero la energía puede transformarse cuando algo cambia o se hace ocurrir.
- ☐ 5. La composición de la Tierra y de la atmósfera y los fenómenos que ocurren en ellas le dan forma a la superficie de la Tierra y afectan su clima.
- ☐ 6. El Sistema Solar es una muy pequeña parte de una de las millones de galaxias en el universo.
- ☐ 7. Los organismos están organizados con base en células.
- ☒ 8. Los organismos requieren de suministro de energía y de materiales de los cuales, con frecuencia, dependen y por los que compiten con otros organismos.
- ☐ 9. La información genética es transmitida de una generación de organismos a la siguiente generación.
- ☒ 10. La diversidad de los organismos, vivientes y extintos, es el resultado de la evolución.

Gran idea de la ciencia

Ideas acerca de la ciencia

- ☒ 11. La ciencia supone que para cada efecto hay una o más causas.
- ☒ 12. Las explicaciones, las teorías y los modelos científicos son aquellos que mejor dan cuenta de los hechos conocidos en su momento.
- ☐ 13. El conocimiento generado por la ciencia es usado en algunas tecnologías para crear productos que sirven a propósitos humanos.
- ☐ 14. Las aplicaciones de la ciencia tienen con frecuencia implicancias éticas, sociales, económicas y políticas.

Segunda sección. Desarrollo de la sesión	
Introducción	¿Quiénes visitan las flores? ¿Por qué los animales las visitan? ¿Qué tienen las flores que atraen a los insectos, las aves y los murciélagos? ¿Por qué las flores necesitan atraer a diferentes animales?
Desarrollo	1. Lee. Se comienza con la lectura del poema “Mariposa chueca”, de Sandra Siemens, del libro Animales en verso de la colección Barco de Vapor (cinco minutos). Mariposa chueca una mariposa posa sus patas sobre una rosa la rosa mansa se inclina el cielo se despata ¿pesa tanto la que posa? ¿o es chueca la mariposa? 2. Juega. Jugamos.

Segunda sección. Desarrollo de la sesión

3. Explora. Se les pregunta a las y los niños si han visto a las mariposas visitando flores; después, se formula lo siguiente: "¿Quiénes más visitan las flores?". Tras escuchar las respuestas y promover la participación de toda y todos los asistentes, se podrá tener una idea general de sus conocimientos (10 minutos).
 - a) Desde este momento, es importante promover la indagación: "¿Por qué los animales visitan las flores? ¿Qué tienen las flores que atraen a los insectos, aves y murciélagos?". Si las condiciones y la cantidad de flores son suficientes, se recomienda mostrar a las niñas y niños el polen y néctar de las estructuras florales; pueden diseccionarlas con sus manos, tocar y sentir el polen, oler las flores y sentir el néctar (10 minutos).
 - b) "¿Por qué las flores necesitan atraer a diferentes animales?". Mencione que, debido a que no se desplazan por sí mismas, han evolucionado para atraer a diferentes animales con la finalidad de transferir polen para su reproducción (10 minutos).
 - c) "¿Qué crees encontrar hoy en las flores del jardín, jardineras o bosque?".
 - d) ¡Vamos a explorar! Indicación. Se les invita a observar, ir en silencio, tomar notas de lo que ven, cuántos seres observan, cómo son, cuántas patas tienen. También se les anima a dibujar un boceto sencillo de algunos de los visitantes de las flores.
4. Crea. Se plantea la resolución de un problema: "¿Qué harías para conocer a los visitantes de las flores de este jardín?".
Promover la participación del estudiante. Seguro habrá respuestas muy variadas, pero algunas posibles son filmar o tomar fotografías de los visitantes. En este momento podría surgir un problema: "¿Cómo reconocer a los visitantes?".

Desarrollo

LECCIÓN 1. ¿QUIÉN NOS VISITA HOY?

	Puede escuchar sus propuestas y posteriormente compartirles las siluetas y fotos de los posibles seres vivos. Tras establecer un tiempo de observación, las niñas y los niños deberán contar el número de abejas, avispas, mariposas y los diferentes visitantes florales, y registrarlos con los recursos que se proponen de acuerdo con las edades (rayitas, dibujos, números, etc.); deben clasificar a las mariposas, abejas, moscas o avispas (10 minutos)
	Recuerde: fomente las aportaciones de las niñas; sus participaciones son valiosas.
Cierre	Las y los estudiantes compartirán sus registros con el grupo. Harán un conteo final de sus observaciones y reflexionarán acerca de cuál es el visitador que más aparece y cuál el que menos las y los visitó. Se puede formular lo siguiente: “¿Qué harías si quisieras saber quiénes visitan las flores a lo largo del año?, ¿serán las mismas flores todo el año?”. Es importante conducir la reflexión sobre la importancia de las flores, los insectos visitantes y polinizadores: “¿Qué pasaría si de repente desaparecieran los visitadores florales y los polinizadores?”. 5. Se les invita a crear un visitador floral con elementos de la naturaleza, cuidando no lastimar las plantas.
	Recuerde: incluya a mujeres y hombres por igual, y facilite que las niñas tomen roles de liderazgo dentro del equipo.
Evaluación formativa	Reconoce que las flores atraen a diferentes animales que van en busca de alimento y refugio. Identifica al menos dos clases de insectos (en sus registros).
Prácticas STEM	☐ Argumentar a partir de pruebas ☒ Formular preguntas y definir problemas ☐ Planificación y ejecución de investigaciones

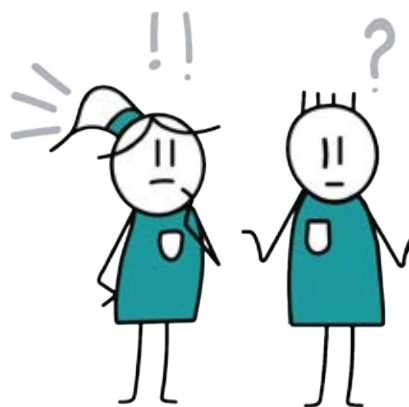
LECCIÓN 1. ¿QUIÉN NOS VISITA HOY?

Prácticas STEM	☐ Desarrollo y uso de modelos ☐ Obtención, evaluación y comunicación de la información ☒ Análisis e interpretación de datos ☒ Construcción de explicaciones y diseño de soluciones ☐ Uso de matemáticas y pensamiento computacional	Aprendizajes curriculares	
Extensión de clase	Esta actividad conforma una de las lecciones secuenciales planeadas por TierraED-Exploradores. Dentro de la serie se tiene pensado el desarrollar la construcción de jardines de polinizadores; conocer las características biológicas de los diferentes visitantes florales, las características de las flores que podemos encontrar en los jardines públicos y los detalles de diseño de los jardines polinizadores en los espacios públicos, entre otros temas, para que la comunidad pueda generar un espacio propio.	Recursos	Del Coro Arizmendi, M., et. al., <i>Jardines para polinizadores: una herramienta para la conservación</i>, México, UNAM, Secretaría de Desarrollo Institucional, 2020. <i>Guía para la creación de jardines polinizadores</i> [en línea], disponible en <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/CD005286>, fecha de consulta: 23 de enero de 2023. Laura Jiménez, C. Vignolo y R. Alsedo, <i>SOS polinizadores: Guía para docentes y educadores ambientales</i>, en Ministerio de Economía, Industria y Competitividad y editada por el Ministerio de Ciencia, Innovación [en línea], disponible en <http://www.rjb.csic.es/jardinbotanico/ficheros/documentos/pdf/didactica/sos_polinizadores_guia_docente_09_10_2018.pdf>, fecha de consulta: 23 de enero de 2023
Sugerencias o recomendaciones	Conseguir diferentes flores en las que puedan verse con claridad el polen y néctar. Si es posible, mostrar árboles frutales presentes en parques urbanos (tejocotes, guayabas, limones, limas, naranjas).		

Lección 2.

Actividad “Cucharas multifacéticas” por ApiSec Learn (a partir de los 6 años de edad)

Esta actividad puede ser utilizada para todas las asignaturas y para cualquier problema. Como lo describe el equipo de ApiSec Learn, es una actividad de *Design Thinking* (pensamiento de diseño), con lo que se maximiza la creatividad. Debe ser utilizada de manera colectiva. En esta actividad, que se ve favorecida por la creatividad, el objetivo no es obtener en esta primera etapa una solución única y verdadera; la lección más importante consiste en que se atrevan a imaginar soluciones no convencionales y que, a partir de ahí, las niñas y los niños asimilen que muchas cosas que son comunes en su vida cotidiana se hicieron posibles gracias a la imaginación.



Nombre de la organización que propone la lección			ApiSec Learn
Primera sección. Acerca de la lección			
Nombre de la actividad	Cucharas multifacéticas	Cruce con áreas STEM	Seleccionar ☐ S (Ciencias) ☒ T (Tecnología) ☒ E (Ingeniería) ☐ M (Matemáticas)
		Cruce con otros campos disciplinares	Artes plásticas
Asignaturas	Cualquier asignatura	Duración	35 a 45 minutos
		Lugar	Interiores; está pensada para trabajarse en escenarios síncronos remotos.
Rango de edad	A partir de los 6 años	Contexto educativo	☐ Educación formal (escolar) ☒ Educación no formal (no escolar)
		Grados	☐ Preescolar ☒ 1° primaria ☒ 2° primaria ☒ 3° primaria ☒ 4° primaria ☒ 5° primaria ☒ 6° primaria
Descripción de la actividad	Quienes participen tendrán la oportunidad de comenzar con el proceso de <i>design thinking</i> al identificar un problema de exceso de basura, para el cual propondrán una solución creativa y un prototipo que la ilustre.	Ejes estratégicos	☐ Eje estratégico Educación STEM-Agenda 2030 ☐ Eje estratégico Educación STEM-desarrollo de la fuerza laboral en la Cuarta Revolución Industrial-Tecnológica ☒ Eje estratégico Educación STEM-innovación y emprendimiento ☐ Eje estratégico Educación STEM-inclusión

Objetivos	Utilizar elementos comunes para hacer un prototipo. Imaginar soluciones a un problema específico que formula en la realidad con elementos concretos.	Materiales	• Materiales sencillos de uso cotidiano que haya en el aula (hojas, ligas, cinta adhesiva, plumones, lápices, etc.), a los que tenga acceso toda la clase. • Cucharas plásticas				
Preparación previa	Pedir a las niñas y niños que en sus trayectos, reuniones o actividades cotidianas recopilen cucharas plásticas usadas. Debe hacerse de forma segura (pueden emplear bolsas pequeñas usadas como guantes). Solicitar que laven muy bien las cucharas con agua y jabón e, incluso, cloro si es posible. Tener a la mano los materiales y, en caso de que sea remoto, contar con la sesión en la computadora para recibir instrucciones y, en ese caso, asegurarse de que toda la clase cuente con los mismos materiales.	Explicación breve a educadores	Es una buena actividad de introducción al <i>design thinking</i> y a la solución creativa de problemas. Es bueno dar libertad para que quienes participen imaginen soluciones, por más fantásticas que parezcan. Recuerde: cuando dé ejemplos en sus clases, haga hincapié en proyectos STEM creados por mujeres para inspirar a las niñas.				
Pregunta indagatoria o detonante	¿Cómo resolver los problemas del mundo con una cuchara?	Vocabulario clave	<table border="1"> <tr> <td> • Problema • Prototipo • Imaginación • Solución </td><td> Recuerde: lo que no se nombra, no existe. Cuando no hace uso del lenguaje inclusivo, invisibiliza a las mujeres, ¡úselo! </td><td>ODS</td><td>13. Acción por el clima</td></tr> </table>	• Problema • Prototipo • Imaginación • Solución	Recuerde: lo que no se nombra, no existe. Cuando no hace uso del lenguaje inclusivo, invisibiliza a las mujeres, ¡úselo!	ODS	13. Acción por el clima
• Problema • Prototipo • Imaginación • Solución	Recuerde: lo que no se nombra, no existe. Cuando no hace uso del lenguaje inclusivo, invisibiliza a las mujeres, ¡úselo!	ODS	13. Acción por el clima				
Gran idea de la ciencia	Catorce grandes ideas que permiten entender, maravillarse y disfrutar con el mundo natural ☐ 1. Todo material en el universo está compuesto de partículas muy pequeñas. ☐ 2. Los objetos pueden afectar otros objetos a distancia. ☐ 3. El cambio de movimiento de un objeto requiere que una fuerza neta actúe sobre él. ☐ 4. La cantidad de energía del universo siempre es la misma, pero la energía puede transformarse cuando algo cambia o se hace ocurrir.						

☐ 5. La composición de la Tierra, de la atmósfera y de los fenómenos que ocurren en ellas le dan forma a la superficie de la Tierra y afectan su clima.
 ☐ 6. El Sistema Solar es una muy pequeña parte de una de las millones de galaxias en el universo.
 ☐ 7. Los organismos están organizados con base en células.
 ☐ 8. Los organismos requieren de suministro de energía y de materiales de los cuales, con frecuencia, dependen, y por los que compiten con otros organismos.
 ☐ 9. La información genética es transmitida de una generación de organismos a la siguiente generación.
 ☐ 10. La diversidad de los organismos, vivientes y extintos, es el resultado de la evolución.

Ideas acerca de la ciencia

☐ 11. La ciencia supone que para cada efecto hay una o más causas.
 ☐ 12. Las explicaciones, las teorías y los modelos científicos son aquellos que mejor dan cuenta de los hechos conocidos en su momento.
 ☒ 13. El conocimiento generado por la ciencia es usado en algunas tecnologías para crear productos que sirven a propósitos humanos.
 ☒ 14. Las aplicaciones de la ciencia tienen con frecuencia implicancias éticas, sociales, económicas y políticas.

Gran idea de la ciencia

Segunda sección. Desarrollo de la sesión

Las cucharas plásticas representan un serio problema ambiental debido a que son materiales de un solo uso: una vez utilizadas, terminan en la basura y tardan mucho tiempo en degradarse. La actividad tiene el propósito de buscar una solución al problema proponiendo un segundo uso de dicho material.

Para abordar el problema es necesario situarlo ante las y los estudiantes. Para ello, pueden ser de utilidad los siguientes planteamientos: "¿Han asistido a alguna fiesta de cumpleaños de algún amigo o familiar donde las cucharas eran de plástico? ¿En qué otros lugares se utilizan las cucharas plásticas? ¿Por qué se emplean? ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de su uso?" .

Para buscar una solución, debemos reflexionar y enfocarnos en el problema que queremos resolver. ¿Cuál es el problema? La contaminación generada por las cucharas plásticas. ¿Cuáles son sus causas? Resolver una necesidad con un material de plástico que se emplea una vez, es útil, accesible y barato. ¿Cuáles son las consecuencias? La contaminación ambiental ocasionada por los materiales plásticos, que tardan mucho tiempo (decenas de años) en degradarse. ¿Quién podría beneficiarse al resolver el problema?

Introducción

	Recuerde: fomenta las aportaciones de las niñas, sus participaciones son valiosas.
	Encontrar una solución al problema de la contaminación ocasionada por las cucharas plásticas requiere pensar creativamente y trabajar en equipo. Después de analizar las posibilidades, debemos poner atención en una solución posible y formular una hipótesis de trabajo: “Si hacemos _____, entonces sucederá _____”. Calculemos cuántas cucharas plásticas hemos utilizado en nuestras fiestas de cumpleaños. Para analizar el problema, se puede iniciar con la siguiente reflexión: “Supongamos que cada integrante de nuestro salón de clase tuvo una fiesta de cumpleaños con 20 invitados, donde imaginamos que a cada uno de ellos dimos una cuchara plástica. Si somos 25 en el grupo, podemos multiplicar (25 alumnos x 20 cucharas = 500 cucharas). Ahora, multipliquemos esa cantidad por 6 suponiendo que en nuestra escuela hay seis grupos por grado, eso da una cantidad de 3000 cucharas utilizadas tan solo en nuestra escuela. ¿Te imaginas cuántas cucharas se utilizan en todas las escuelas de nuestra colonia o comunidad?”. Es momento de llevar a cabo la solución que se ha propuesto para disminuir el uso de las cucharas plásticas o darles un uso distinto para el que fueron creadas. En esta etapa comienza la creación de un prototipo (que es una idea inacabada de algo que puede mejorarse). Por ejemplo, una propuesta es elaborar relojes de pared con las cucharas plásticas para señalar las horas. Cada reloj podría reutilizar cerca de 12 cucharas. Para venderlos, puede argumentarse que se usan productos de desecho que, de otra manera, terminarían en la basura. ¿Qué otra cosa harías para vender los relojes y obtener recursos?.
	Recuerde: debe incluir a mujeres y hombres por igual, y facilite que las niñas tomen funciones de liderazgo dentro del equipo.
	Una vez que se ha construido el prototipo (en el ejemplo anterior, el reloj de pared hecho con cucharas plásticas), debe someterse a prueba. Esto incluye presentar la idea a otras personas y escuchar sus preguntas, para ello deben comunicarse correctamente las ideas y poner atención a lo que las personas opinan acerca del prototipo. Es hora de analizar si las preguntas hechas o las sugerencias recibidas mejoran el prototipo. Con ello, puede plantearse una mejor idea a un público más amplio o al mundo.
Desarrollo	
Cierre	

Evaluación Formativa	Las y loss estudiantes serán capaces de tener en mente el prototipo de algún objeto, y el proceso o mecanismo para dar solución al problema planteado. Recuerde que lo más importante del proceso de esta actividad es la imaginación y creación.	
Prácticas STEM	☐ Argumentar a partir de pruebas ☒ Formular preguntas y definir problemas ☐ Planificación y ejecución de investigaciones ☐ Desarrollo y uso de modelos ☒ Obtención, evaluación y comunicación de la información ☐ Análisis e interpretación de datos ☒ Construcción de explicaciones y diseño de soluciones ☐ Uso de matemáticas y pensamiento computacional	Aprendizajes curriculares
Extensión de clase	A partir de esta actividad se puede iniciar un proyecto alrededor del tema que se haya trabajado. Extienda la pregunta: "¿Cómo podría convertirse el prototipo de la cuchara en una buena idea que podamos poner en práctica?" .	Recursos
Sugerencias o recomendaciones	Se puede trabajar también de manera asincrónica usando herramientas como Flipgrid. Es un buen arranque para activar el pensamiento creativo en la etapa de resolución de problemas en un proyecto. Se puede usar como sesión exploratoria de las ideas e intereses del grupo.	

Lección 3.

Actividad “¡Manos limpias...! ¿Sin agua?” por STEM for kids (6-12 años de edad)

Llevar a cabo mezclas y combinación de elementos en el salón de clases resulta altamente atractivo. La finalidad de esta lección es que las y los estudiantes deduzcan una forma de mantener las manos limpias, incluso si no cuentan con algo tan esencial como el agua y jabón. El objetivo es centrarnos en la problemática actual y enfocarnos en las formas de transmisión de algunos virus, como el causante de covid-19; es importante que las y los estudiantes las identifiquen y que propongan soluciones para frenar el contagio. El estudiantado se concentrará en el desarrollo de una sustancia antibiótica, como el gel desinfectante para manos, para cuya elaboración tendrán que trabajar con matemáticas, ciencia y hasta tecnología si, además, diseñaran un contenedor.



Nombre de la organización que propone la lección		STEM For Kids México		
Primera sección. Acerca de la lección				
Nombre de la actividad	¡Manos limpias....! ¿Sin agua?	Cruce con áreas STEM	Seleccionar	Cruce con otros campos disciplinares
			✓ S (Ciencias) ☐ T (Tecnología) ☐ E (Ingeniería) ✓ M (Matemáticas)	• Civismo • Promoción de la salud • Biología
Asignaturas	• Exploración y comprensión del mundo natural y social • Ciencias naturales • Biología • Química	Duración	60 minutos	Lugar
				Salón o laboratorio de ciencias
Rango de edad	6 a 12 años	Contexto educativo	✓ Educación formal (escolar) ✓ Educación no formal (no escolar)	Grados
				☐ Preescolar ✓ 1° primaria ✓ 2° primaria ✓ 3° primaria ✓ 4° primaria ✓ 5° primaria ✓ 6° primaria

LECCIÓN 3. ¡MANOS LIMPIAS...! ¿SIN AGUA?

Descripción de la actividad	La pandemia actual de SARS-CoV-2 ha puesto de manifiesto la importancia de la ciencia y la innovación tanto para frenar el contagio como para encontrar una cura y disminuir la mortalidad. Sin duda, estas innovaciones requieren de la intersección de dos o más disciplinas STEM.	Ejes estratégicos	✓ Eje estratégico Educación STEM-Agenda 2030 □ Eje estratégico Educación STEM-desarrollo de la fuerza laboral en la Cuarta Revolución Industrial-Tecnológica ✓ Eje estratégico Educación STEM-innovación y emprendimiento □ Eje estratégico Educación STEM-inclusión
Objetivos	El estudiantado identifica la presencia de organismos patógenos que pueden transmitirse a través de diferentes vías, una de ellas es mediante fluidos en las manos. Comprende la importancia del gel antibacterial para el cuidado de la salud, como un mecanismo de desinfección de las manos y las superficies en donde el virus pueda permanecer activo. Elabora un gel antibacterial considerando el procedimiento para ello. Componentes socioemocionales: se pueden generar soluciones alternativas y evaluar sus consecuencias para diversas situaciones académicas y sociales.	Materiales	• 1 vaso de 250 mL • 1 vaso transparente de 500 mL • 1 palita o cuchara para mezclar • 90 mL de alcohol etílico de 70° • 0.40 g de carbopol colado y sin grumos, como arena fina • 1.1 mL de glicerina • 1 mL de trietanolamina • 1 recipiente para gel • 1 servilleta • 2 mL de fragancia (es opcional, puede ser cualquier perfume) • 2 gotas de colorante vegetal (es opcional) • Un colador (en caso de no tener el carbopol fino)

LECCIÓN 3. ¡MANOS LIMPIAS...! ¿SIN AGUA?

Preparación previa	Videos o información acerca de la forma de transmitir algunos virus, como el causante de covid. Probar la fórmula con antelación para que, quienes participen, vean cómo debe quedar el gel.	Explicación breve a educadores	Dentro de los conceptos clave en esta actividad se deberá hablar de cómo se transmiten las enfermedades, particularmente las transmitidas por bacterias y virus como el SARS-CoV-2. Se verá de manera breve el trabajo hecho por Luis Pasteur y la importancia de eliminar virus, bacterias y otros microorganismos para detener infecciones y enfermedades. Recuerde: cuando dé ejemplos en sus clases, haga hincapié en proyectos STEM creados por mujeres para inspirar a las niñas.
Pregunta indagatoria o detonante	¿Por qué nos enfermamos? ¿Qué agentes hacen que nos enfermemos?	Vocabulario clave	• Enfermedades transmitidas por agentes patógenos, bacterias, virus microorganismos • Desinfección • Coloide Recuerde: lo que no se nombra, no existe. Cuando no hace uso del lenguaje inclusivo, invisibiliza a las mujeres, ¡úselo! ODS 3. Salud y bienestar 4. Educación de calidad

Catorce grandes ideas que permiten entender, maravillarse y disfrutar con el mundo natural

- ☐ 1. Todo material en el universo está compuesto de partículas muy pequeñas.
- ☐ 2. Los objetos pueden afectar otros objetos a distancia.
- ☐ 3. El cambio de movimiento de un objeto requiere que una fuerza neta actúe sobre él.
- ☐ 4. La cantidad de energía del universo siempre es la misma, pero la energía puede transformarse cuando algo cambia o se hace ocurrir.
- ☐ 5. La composición de la Tierra y de la atmósfera y los fenómenos que ocurren en ellas le dan forma a la superficie de la Tierra y afectan su clima.
- ☐ 6. El Sistema Solar es una muy pequeña parte de una de las millones de galaxias en el universo.
- ☐ 7. Los organismos están organizados con base en células.
- ☐ 8. Los organismos requieren de suministro de energía y de materiales de los cuales, con frecuencia, dependen, y por los que compiten con otros organismos.
- ☐ 9. La información genética es transmitida de una generación de organismos a la siguiente generación.
- ☐ 10. La diversidad de los organismos, vivientes y extintos, es el resultado de la evolución.

Gran idea de la ciencia

Ideas acerca de la ciencia

- ☐ 11. La ciencia supone que para cada efecto hay una o más causas.
- ☐ 12. Las explicaciones, las teorías y los modelos científicos son aquellos que mejor dan cuenta de los hechos conocidos en su momento.
- ☒ 13. El conocimiento generado por la ciencia es usado en algunas tecnologías para crear productos que sirven a propósitos humanos.
- ☐ 14. Las aplicaciones de la ciencia tienen con frecuencia implicancias éticas, sociales, económicas y políticas.

Segunda sección. Desarrollo de la sesión

- ¿Por qué nos enfermamos?
- ¿Qué agentes hacen que nos enfermemos?
- ¿Cómo se transmite la enfermedad del coronavirus?
- ¿Qué más sabemos acerca del coronavirus?
- ¿Por qué es importante lavarse constantemente las manos?
- ¿Qué sucede si no tenemos agua y jabón para lavarnos las manos?, ¿de qué otra manera eliminamos virus y bacterias de nuestras manos y superficies?
- ¿Crees que es posible para ti elaborar tu propio gel antibacterial?
- ¿Quiénes son las y los profesionistas encargados de desarrollar fórmulas?

Introducción

Recuerde: fomente las aportaciones de las niñas, sus participaciones son valiosas.

Haga las siguientes preguntas generadoras: "¿Qué es un gel?". Guíe para desarrollar el concepto coloide: mezcla homogénea con partes pequeñas que no se mezclan por completo. Tiene dos ingredientes: líquido y sólido. "¿Qué sustancias básicas lo componen?, ¿cuál es la función de cada una de ellas?" .

Líquido

1. Alcohol: mata los gérmenes.

Sólidos

2. Carbopol: une y da textura o consistencia. Ayuda a que se disuelva todo, es un ácido. Absorbe el alcohol.
3. Trietanolamina: ayuda a espesar para dar la textura de gel y destruye lípidos (como el jabón). Es un compuesto orgánico, un emulsionante y tensoactivo (neutraliza el pH y destruye ácidos grasos).
4. Glicerina: humecta la piel para que no se deshidrate tanto por el alcohol.

Desarrollo

	Construcción: "¿Cómo se elabora?". Oriente a cada niña y niño para que logren elaborarlo con los siguientes pasos: Paso 1. Colar el carbopol con un colador (pueden ayudarse con una cuchara) para que quede fino, sin grumos y sin piedras. Colocar debajo del colador el vaso de 250 mL para que ahí se deposite la sustancia. Paso 2. Vaciar 90 mL (6 cucharadas grandes) de alcohol en el vaso de 250 mL. Paso 3. Agregar 0.40 g de carbopol en el vaso con alcohol y agitar con una cuchara hasta disolverlo. Pregunte: "¿Qué observan en la mezcla, qué se va formando?". Nota: deben ser pacientes, pues se necesita mucho movimiento para lograr la consistencia del gel. Paso 4. Agregar 1 mL de trietanolamina a la mezcla y continuar agitando suavemente para que se siga diluyendo todo. Paso 5. Agregar 1.1 mL de glicerina a la mezcla y continuar agitando suavemente para que siga disolviéndose. Paso 6. Agregar la fragancia, colorante o diamantina, y continuar mezclando, si se desea personalizar. Paso 7. Vaciar el gel en un recipiente. Prueba y mejora: Paso 8. Probar la consistencia del gel. Si se quiere más líquido, ponerle más alcohol. Mientras se mencionan las cantidades para cada uno de los pasos, explique de qué otra manera podemos medirlas para trabajar así las matemáticas, de acuerdo con el nivel educativo en que se encuentren. Por ejemplo, 90 mL de alcohol equivale a 6 cucharadas grandes. Recuerde: debe incluir a mujeres y hombres por igual, y facilite que las niñas tomen funciones de liderazgo dentro del equipo.
Cierre	Preguntas de cierre: "¿Qué aprendimos? ¿Podríamos usar otros ingredientes semejantes que cumplan con la función que se necesita?". Considere, por ejemplo, a las comunidades rurales remotas en las cuales es difícil conseguir el alcohol; propongan qué pueden utilizar como solución para desinfectar. "¿Qué descubrí con esta actividad?, ¿qué es lo que más me gustó?".
Evaluación Formativa	La o el estudiante será capaz de responder cuál es la función del gel antibacterial cuando carecemos de agua. Deberán deducir cuál fue el ingrediente que ayudó a que una sustancia completamente líquida se transformara en un coloide.

Evaluación Formativa	✓ Argumentar a partir de pruebas ✓ Formular preguntas y definir problemas ☐ Planificación y ejecución de investigaciones ☐ Desarrollo y uso de modelos ☐ Obtención, evaluación y comunicación de la información ☐ Análisis e interpretación de datos ✓ Construcción de explicaciones y diseño de soluciones ✓ Uso de matemáticas y pensamiento computacional	Aprendizajes curriculares	
Extensión de clase		Recursos	
Sugerencias o recomendaciones			

Lección 4.

Actividad “Luz, sombra, energía, ¡acción!” por El Garage Project Hub (7-12 años de edad)

Esta actividad requiere pocos insumos y puede ser adaptada a todos los grados escolares y en diferentes asignaturas. La luz solar ha sido un recurso natural que se ha aprovechado gracias a la tecnología para generar energía limpia. A partir de esta actividad se pueden examinar conceptos de ciencias de la Tierra o geografía, o temas de física, entre otros.



LECCIÓN 4. LUZ, SOMBRA, ENERGÍA, ¡ACCIÓN!

Nombre de la organización que propone la lección				STEM For Kids México	
Primera sección. Acerca de la lección					
Nombre de la actividad	Luz, sombra, energía, ¡acción!	Cruce con áreas STEM	Seleccionar ✓ S (Ciencias) ✓ T (Tecnología) ☐ E (Ingeniería) ✓ M (Matemáticas)	Cruce con otros campos disciplinares	• Historia • Danza • Pintura • Educación Física
Asignaturas	• Matemáticas • Arte • Geografía	Duración	40 minutos	Lugar	Salón
Rango de edad	7 a 12 años	Contexto educativo	✓ Educación formal (escolar) ✓ Educación no formal (no escolar)	Grados	☐ Preescolar ✓ 1° primaria ✓ 2° primaria ✓ 3° primaria ✓ 4° primaria ✓ 5° primaria ✓ 6° primaria
Descripción de la actividad	Esta actividad detona la creatividad e imaginación, permitiendo a las y los estudiantes desarrollar su pensamiento analítico mediante una experiencia de aprendizaje.		Ejes estratégicos ☐ Eje estratégico Educación STEM-Agenda 2030 ✓ Eje estratégico Educación STEM-desarrollo de la fuerza laboral en la Cuarta Revolución Industrial-Tecnológica ☐ Eje estratégico Educación STEM-innovación y emprendimiento ☐ Eje estratégico Educación STEM-inclusión		

LECCIÓN 4. LUZ, SOMBRA, ENERGÍA, ¡ACCIÓN!

Objetivos	• Desarrollar paneles solares en todas las casas para dejar de contaminar con gases y que los efectos del cambio climático se atenúen • Generación del pensamiento crítico y analítico • Comunicación con claridad • Creación • Componentes socioemocionales: pueden analizarse maneras de trabajar efectivamente en grupos	Materiales	• Cajas de cartón • Luces led • Hojas blancas • Plumones • Cinta adhesiva
Preparación previa	Recolección de materiales (30 minutos)	Explicación breve a educadores	Lo más importante es dejar que quienes participen reflexionen sobre las energías solares. Recuerde: cuando dé ejemplos en sus clases, haga hincapié en proyectos STEM creados por mujeres para inspirar a las niñas.
Pregunta indagatoria o detonante	¿Te imaginas una casa con paneles solares en el techo?	Vocabulario clave	• Panel solar • Energías limpias • Energía de viento Recuerde: lo que no se nombra, no existe. Cuando no hace uso del lenguaje inclusivo, invisibiliza a las mujeres, ¡úselo! ODS 4. Educación de calidad 12. Energía sostenible

Selecciona la gran idea de la ciencia principal que trabaja esta actividad.

Catorce grandes ideas que permiten entender, maravillarse y disfrutar con el mundo natural

- ☐ 1. Todo material en el universo está compuesto de partículas muy pequeñas.
- ☐ 2. Los objetos pueden afectar otros objetos a distancia.
- ☐ 3. El cambio de movimiento de un objeto requiere que una fuerza neta actúe sobre él.
- ☐ 4. La cantidad de energía del universo siempre es la misma, pero la energía puede transformarse cuando algo cambia o se hace ocurrir.
- ☐ 5. La composición de la Tierra y de la atmósfera y los fenómenos que ocurren en ellas le dan forma a la superficie de la Tierra y afectan su clima.
- ☐ 6. El Sistema Solar es una muy pequeña parte de una de las millones de galaxias en el universo.
- ☐ 7. Los organismos están organizados con base en células.
- ☐ 8. Los organismos requieren de suministro de energía y de materiales de los cuales, con frecuencia, dependen, y por los que compiten con otros organismos.
- ☐ 9. La información genética es transmitida de una generación de organismos a la siguiente generación.
- ☐ 10. La diversidad de los organismos, vivientes y extintos, es el resultado de la evolución.

Gran idea de la ciencia

Ideas acerca de la ciencia

- ✓ 11. La ciencia supone que para cada efecto hay una o más causas.
- ✓ 12. Las explicaciones, las teorías y los modelos científicos son aquellos que mejor dan cuenta de los hechos conocidos en su momento.
- ✓ 13. El conocimiento generado por la ciencia es usado en algunas tecnologías para crear productos que sirven a propósitos humanos.
- ✓ 14. Las aplicaciones de la ciencia tienen con frecuencia implicancias éticas, sociales, económicas y políticas.

Segunda sección. Desarrollo de la sesión

Todas y todos necesitamos energía para efectuar nuestras actividades cotidianas. Si cocinamos nuestros alimentos, necesitamos calor que obtenemos al quemar leña o gas; si utilizamos nuestros teléfonos, tabletas o aún nuestros automóviles, requerimos de electricidad. Una fuente de energía es el petróleo, del cual se obtienen combustibles que mueven camiones, vehículos, aviones y muchos otros medios de transporte. Sin embargo, hasta hace muy poco descubrimos que, al quemar el petróleo y sus derivados, se emiten gases que alteran el clima; por ello, estamos buscando formas de generar energía que no emitan esos gases y así evitar que el cambio climático y sus efectos sigan incrementando.

Hoy, estamos utilizando la energía del viento y del Sol para generar electricidad. A esas formas de energía les llamamos energías limpias porque no emiten los gases que contaminan el ambiente. ¿Has escuchado acerca de las energías limpias? ¿Has visto de qué manera se aprovecha la energía del Sol en tu comunidad o cómo se aprovecha la energía del viento? ¿Hay alguna tecnología en tu comunidad que aproveche la luz del Sol o la energía del viento?

Desde la Revolución Industrial, el uso de combustibles fósiles, como el petróleo y el gas, ha aumentado. Debido a esto, se ha producido una gran cantidad de gases como nunca en la historia, entre ellos se encuentra el dióxido de carbono que está afectando el clima del planeta. Las energías que se producen y utilizan a partir de la energía del Sol o del viento se llaman limpias porque, al producirse, no emiten los gases que están afectando el clima.

¿Cómo podemos hacer que la energía del Sol y del viento se utilicen cada vez más?, ¿quiénes se benefician cuando se utilizan las energías limpias?

Recuerde: fomenta las aportaciones de las niñas, sus participaciones son valiosas.

Introducción

Plantee lo siguiente.

Seguramente has visto que en algunas lámparas que iluminan tu ciudad o comunidad hay pequeños cuadros o rectángulos en la parte superior, se llaman paneles solares. Se trata de tecnologías que capturan la energía del Sol y generan electricidad. ¿Crees que en el techo de todas las casas podríamos utilizar tecnologías como los paneles solares para generar electricidad? ¿Te imaginas una casa con paneles solares en el techo?

A partir de ello puede plantearse una hipótesis de trabajo. Si hacemos “x” (poner paneles solares en todas las casas), entonces sucedería “y” (dejaríamos de contaminar con gases y los efectos del cambio climático podrían atenuarse).

El Sol es una estrella cuya edad se calcula en aproximadamente cinco mil millones de años. La energía que se produce en él se debe a que, en realidad, en ella están ocurriendo muchas reacciones que liberan energía al espacio. Esa energía tarda en llegar a la Tierra aproximadamente 8 minutos. Si sabemos que la energía viaja a una velocidad de 300 mil kilómetros por segundo, podemos calcular la distancia a la cual se encuentra el Sol de la Tierra. Si multiplicamos: 300 000 kilómetros X 60 segundos (un minuto) = 18 000 000 (18 millones de kilómetros en un minuto) x 8 minutos (que es el tiempo que tarda en llegar la luz del Sol a la Tierra) nos da un total de 144 000 000 (ciento cuarenta y cuatro millones de kilómetros) que es la distancia que hay de la Tierra al Sol.

Para imaginar cómo sería una casa con paneles solares, puede hacerse un modelo o prototipo con una caja de cartón a la que se le coloca en el techo pequeños cuadros a escala que representen, cada uno, un panel solar. Para hacer el modelo a escala real, las y los estudiantes deberán investigar cuánto cuesta cada panel y cuánto mide. Deben calcular cuántos paneles necesitarían para el tamaño de la casa de cartón y cuánta energía eléctrica produciría. Si es posible, puede adquirir un panel real e iluminar la casa con focos LED.

Recuerde: debe incluir a mujeres y hombres por igual, y facilite que las niñas tomen roles de liderazgo dentro del equipo.

Desarrollo

LECCIÓN 4. LUZ, SOMBRA, ENERGÍA, ¡ACCIÓN!

Cierre	Es momento de presentar el prototipo a otras personas y explicarles las ventajas de utilizar las energías limpias. Las y los estudiantes deben escuchar y anotar las preguntas y sugerencias de mejora. Con las ideas brindadas, pueden mejorar el prototipo y desarrollar un plan para comunicar al público por qué es importante el empleo de las energías limpias y qué solución es la propuesta.	
Evaluación Formativa	Las y los estudiantes serán capaces de explicar el proceso mediante el cual la luz solar llega a la Tierra y cómo dicha luz se puede aprovechar para generar energía eléctrica, renovable y no contaminante.	
Prácticas STEM	¿Qué prácticas STEM utiliza esta actividad? ✓ Argumentar a partir de pruebas ✓ Formular preguntas y definir problemas ❑ Planificación y ejecución de investigaciones ❑ Desarrollo y uso de modelos ❑ Obtención, evaluación y comunicación de la información ❑ Análisis e interpretación de datos ✓ Construcción de explicaciones y diseño de soluciones ❑ Uso de matemáticas y pensamiento computacional	Aprendizajes curriculares
Extensión de clase		Recursos
Sugerencias o recomendaciones	Esta lección busca la exploración activa de las y los estudiantes. Refuerza todos sus descubrimientos y los encamina a una práctica divertida, y a la comparación de ideas. Pueden pegar las ideas en las paredes para verlas y compartirlas.	

Lección 5.

Actividad “¡Mi robot!” por Creativa Kids (8-12 años de edad)

No podía faltar una propuesta de programación enfocada principalmente en la tecnología. La programación es una herramienta que ayuda a estructurar el pensamiento y promueve la lógica y el desarrollo de algoritmos, es decir, una serie de pasos para lograr una tarea. No debe tenerse miedo de ejecutar esta actividad. Sobre todo, puede explorar con el estudiantado la experiencia de utilizar la probabilidad en la vida cotidiana para resolver necesidades del entorno.



Nombre de la organización que propone la lección				CreativaKids
Primera sección. Acerca de la lección				
Nombre de la actividad	¡Mi robot!	Cruce con áreas STEM	Seleccionar ☐ S (Ciencias) ☒ T (Tecnología) ☐ E (Ingeniería) ☒ M (Matemáticas)	Cruce con otros campos disciplinares Lógica
Asignaturas	- Programación/ robótica - Matemáticas - Física	Duración	60 minutos	Lugar Laboratorio de computación o una habitación en casa con una PC y conexión a internet
Rango de edad	8 a 12 años	Contexto educativo	☐ Educación formal (escolar) ☒ Educación no formal (no escolar)	Grados ☐ Preescolar ☒ 1° primaria ☒ 2° primaria ☒ 3° primaria ☒ 4° primaria ☒ 5° primaria ☒ 6° primaria
Descripción de la actividad	En esta actividad, las y los estudiantes utilizarán el software mBlock 5 y bloques de programación para formar un código secuencial que simulará el funcionamiento de un dado.			Ejes estratégicos ☐ Eje estratégico Educación STEM-Agenda 2030 ☒ Eje estratégico Educación STEM-desarrollo de la fuerza laboral en la Cuarta Revolución Industrial-Tecnológica ☐ Eje estratégico Educación STEM-innovación y emprendimiento ☒ Eje estratégico Educación STEM-inclusión

Objetivos	• Escribir un programa usando el lenguaje de programación de bloques mBlock 5 • Distinguir los diferentes tipos de bloques y sus funciones • Utilizar un número al azar • Componentes socioemocionales: puede generar soluciones alternativas y evaluar sus consecuencias para diversas situaciones académicas y sociales	Materiales	• PC con cualquier sistema operativo • Conexión a internet • Programa mBlock 5 (descarga libre) instalado o en su versión en línea, disponible en <https://mblock.makeblock.com/en-us/>
Preparación previa	Revisar que los equipos cuenten con conexión a internet estable o, en su caso, con el programa mBlock 5 instalado	Explicación breve a educadores	El programa que se propone para la actividad es sencillo. Se recomienda relacionar los conceptos de lógica de programación con actividades cotidianas. Recuerde: cuando dé ejemplos en sus clases, haga hincapié en proyectos STEM creados por mujeres para inspirar a las niñas.
Pregunta indagatoria o detonante	Si tuvieras la posibilidad de crear un robot, ¿para qué lo utilizarías? Piensa en los problemas de tu comunidad y de qué manera un robot ayudaría a resolver ese problema. Por ejemplo, seguramente recuerdas al robot de la película Wall-E que se dedicaba a limpiar un planeta que se llenó de basura. Si pudieras diseñar uno, ¿qué funciones ejecutaría?, ¿qué sería capaz de hacer?, ¿qué harías para que el robot siguiera tus órdenes?	Vocabulario clave	• Programación • Lógica • Matemáticas Recuerde: lo que no se nombra, no existe. Cuando no hace uso del lenguaje inclusivo, invisibiliza a las mujeres, ¡úselo! ODS 4. Educación de calidad 8. Trabajo decente y crecimiento económico 9. Industria, innovación e infraestructura

Catorce grandes ideas que permiten entender, maravillarse y disfrutar con el mundo natural

- ☐ 1. Todo material en el universo está compuesto de partículas muy pequeñas.
- ☐ 2. Los objetos pueden afectar otros objetos a distancia.
- ☐ 3. El cambio de movimiento de un objeto requiere que una fuerza neta actúe sobre él.
- ☐ 4. La cantidad de energía del universo siempre es la misma, pero la energía puede transformarse cuando algo cambia o se hace ocurrir.
- ☐ 5. La composición de la Tierra y de la atmósfera y los fenómenos que ocurren en ellas le dan forma a la superficie de la Tierra y afectan su clima.
- ☐ 6. El Sistema Solar es una muy pequeña parte de una de las millones de galaxias en el universo.
- ☐ 7. Los organismos están organizados con base en células.
- ☐ 8. Los organismos requieren de suministro de energía y de materiales de los cuales, con frecuencia, dependen, y por los que compiten con otros organismos.
- ☐ 9. La información genética es transmitida de una generación de organismos a la siguiente generación.
- ☐ 10. La diversidad de los organismos, vivientes y extintos, es el resultado de la evolución.

Gran idea de la ciencia

Ideas acerca de la ciencia

- ☐ 11. La ciencia supone que para cada efecto hay una o más causas.
- ☐ 12. Las explicaciones, las teorías y los modelos científicos son aquellos que mejor dan cuenta de los hechos conocidos en su momento.
- ☐ 13. El conocimiento generado por la ciencia es usado en algunas tecnologías para crear productos que sirven a propósitos humanos.
- ☒ 14. Las aplicaciones de la ciencia tienen con frecuencia implicancias éticas, sociales, económicas y políticas.

Segunda sección. Desarrollo de la sesión

Llamamos *inteligencia artificial* a la capacidad de las máquinas para actuar de manera autónoma, es decir, ejecutar algún programa en una computadora, tomar una acción en un videojuego o hacer que un robot ejecute alguna actividad. Para que las máquinas sean capaces de efectuar todas esas acciones es necesario programarlas. Seguramente habrás escuchado que los teléfonos celulares pueden estar programados con Android o iOS. Eso significa que las órdenes que recibe ese teléfono están limitadas por dicho lenguaje de programación.

Quizá también te habrás dado cuenta de que las máquinas inteligentes solo ejecutan un comando a la vez, es decir, solo pueden recibir una orden en específico. Eso se debe a que están programadas en un lenguaje o código binario (que se representa con unos y ceros).

Por ejemplo, para que los robots funcionen con autonomía es necesario indicarles qué hacer ante cada situación, para eso, hay que hacerles entender un idioma. ¿Cómo nos comunicamos con ellos? La respuesta es mediante lenguajes de programación. Los robots y las computadoras tienen en sus circuitos electrónicos códigos binarios implantados que se encuentran en un disco duro magnético. Las instrucciones de un robot o de una computadora están completamente codificadas en una serie de unos (1) y ceros (0). Así, cada fragmento de información, sin importar lo complicado que sea, se representa en su totalidad por estos dos números, los cuales también pueden interpretarse como una serie de “interruptores” de “encendido” y “apagado”. Por lo tanto, el “cerebro” de una computadora está hecho enteramente por billones o incluso trillones (un uno seguido de dieciocho ceros) de estos dos números.

Los robots actuales cumplen tareas de exploración o tareas peligrosas para los seres humanos. También los hay para la asistencia médica, para enseñar, limpiar o cuidar a personas enfermas. No todos los robots tienen forma humana, hay muchas máquinas que no tienen esa apariencia. El robot con forma humana más famoso es Sofía, que es capaz de ejecutar muchas funciones de inteligencia parecidas a las humanas. Para aprender a programar vamos a utilizar el programa mBlock 5.

Si tuvieras la posibilidad de crear un robot, ¿para qué lo emplearías? Piensa en los problemas de tu comunidad y en un robot que ayudaría a resolverlo. Por ejemplo, seguramente recuerdas al robot de la película Wall-E que se dedicaba a limpiar un planeta que se llenó de basura. ¿Qué funciones cumpliría tu robot? ¿Qué sería capaz de hacer? ¿Cómo harías para que siga tus órdenes?

Recuerde: fomente las aportaciones de las niñas, sus participaciones son valiosas.

Introducción

Formule el siguiente planteamiento.

Una vez que hayas definido las funciones de tu robot, ¿a quién le sería de utilidad?, ¿quiénes se beneficiarían de su uso?, ¿para qué serviría? Imagina, por ejemplo, que puedes construir zapatos a partir de una aplicación que relaciona la estatura de una persona con su talla de calzado y hacer que esos zapatos se ajusten cómodamente sin causar molestia al caminar. Para ello, tenemos que hacer una estadística que relacione la altura de una persona, o de un niño (por ejemplo 170 cm), y con ello conocer la talla del calzado que el robot debe elaborar (por ejemplo 27.5 cm).

Ahora que tienes idea de la función que desempeñaría tu robot, piensa en su diseño. ¿Qué aspecto tendría?, ¿qué otras funciones tendría? Por ejemplo, diseñar diferentes modelos de zapatos de acuerdo con la edad del usuario o del estilo de cada persona. En esta etapa, puedes desarrollar tu hipótesis de trabajo: “Si hacemos ‘x’ (un robot constructor de zapatos), entonces tendríamos ‘y’ (un zapato diseñado a la medida de los usuarios)”.

¿Sabes qué es la probabilidad? Es una medida de la certidumbre de que ocurra un evento. Por ejemplo, si en tu casa deciden hacer un sorteo para ver quién debe lavar los utensilios que se usan en las diferentes comidas, la probabilidad está directamente relacionada con el número de integrantes de la familia. Si son seis integrantes, la probabilidad es de $1/6$, eso es igual a 1.66; si en tu casa viven cuatro personas, la probabilidad es de $1/4$ o su equivalente, 0.25, que es un decimal más grande que 1.66, por lo que se dice entonces que la probabilidad aumenta.

Ahora imagina que compras un boleto de lotería y que el premio es un millón de pesos. ¿Cuál es la probabilidad de que te ganes ese dinero? Para ello, tenemos que conocer cuántos boletos se imprimen, supongamos que son 25 000. Entonces, la probabilidad de que te lo ganes es de $1/25000$ esto es 0.00004, la cual, como puedes ver, es muy baja.

Para ejercitar ese procedimiento, puedes ingresar al sitio web draw.io donde diseñarás un algoritmo para que, a través del uso de las instrucciones de mBlock 5 se genere un dado virtual, considerando que cada vez que se presione una tecla se debe generar un nuevo número.

¿Cómo funciona tu robot o máquina para hacer zapatos a la medida? Es momento de construir el prototipo de tu robot constructor de zapatos. Puedes investigar en internet si ya existe una máquina similar, en cuyo caso, propón cómo mejorarla. Lo importante es que pongas a volar tu imaginación y que tu máquina sea capaz de elaborar zapatos a la medida.

Recuerde: debe incluir a mujeres y hombres por igual, y facilite que las niñas tomen roles de liderazgo dentro del equipo.

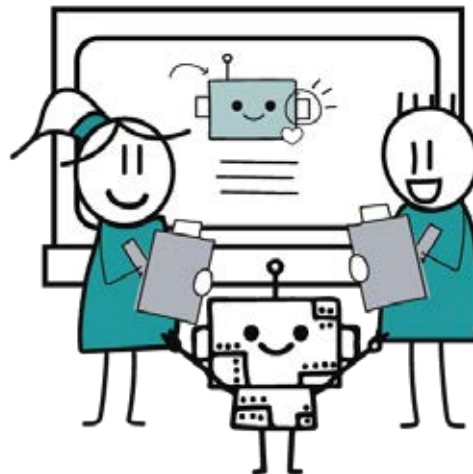
Desarrollo

Cierre	Es momento de mostrar y explicar a otras personas el prototipo. Las y los estudiantes pueden exponer con el mayor detalle posible la manera en que funciona, cuáles serían sus ventajas y de qué manera ayuda a las personas a tener zapatos más cómodos. Deben escuchar las opiniones y tomar nota de las sugerencias de mejora que hagan.	Con las opiniones y sugerencias, sus estudiantes pueden hacer las adecuaciones correspondientes para mejorar el prototipo.
Evaluación Formativa	Las y los estudiantes podrán deducir o ejemplificar qué es la probabilidad.	
Prácticas STEM	✓ Argumentar a partir de pruebas ✓ Formular preguntas y definir problemas ☐ Planificación y ejecución de investigaciones ☐ Desarrollo y uso de modelos ☐ Obtención, evaluación y comunicación de la información ✓ Análisis e interpretación de datos ✓ Construcción de explicaciones y diseño de soluciones ✓ Uso de matemáticas y pensamiento computacional	• Desarrollo de pensamiento crítico y lógico • Identificación y uso de recursos digitales básicos para la producción, análisis, transformación y representación de información, en un marco de juego y creatividad • Uso de juegos de construcción, con propuestas de secuenciación, que utilicen conocimientos acerca de principios básicos de la programación y robótica, incluyendo el concepto algoritmo y su aplicación • Construcción y participación en experiencias de colaboración con sus pares, con capacidad de comunicarlas en forma clara y secuenciada
Extensión de clase	https://academiasteam.thinkific.com/courses/introduccion-a-la-programacion	Recursos
Sugerencias o recomendaciones		

Lección 6.

Actividad “Vulcanus: un vehículo para estudiar volcanes” por Baylab (5-12 años de edad)

¿Qué tienen en común Marte y los volcanes? Esta divertida actividad ayudará a sus estudiantes a activar su sentido de aventura, ya que se convertirán en exploradoras y exploradores remotos de los volcanes mediante la creación de un vehículo automatizado para conocerlos de cerca. Además de desarrollar esta curiosidad por conocer qué sucede en estos gigantes de la Tierra, fortalecerán su creatividad al diseñar una solución innovadora y segura para estudiarlos.



Nombre de la organización que propone la lección				Bayer de México, S. A. de C. V. / Baylab México	
Primera sección. Acerca de la lección					
Nombre de la actividad	Vulcanus: un vehículo para estudiar volcanes	Cruce con áreas STEM	Seleccionar ✓ S (Ciencias) ✓ T (Tecnología) ✓ E (Ingeniería) ✓ M (Matemáticas)	Cruce con otros campos disciplinares	• Artes • Ecología • Medioambiente
Asignaturas	• Exploración de la naturaleza	Duración	60 minutos	Lugar	• Aula • Casa • Laboratorio • Patio escolar • Jardín
Rango de edad	5 a 12 años	Contexto educativo	✓ Educación formal (escolar) ✓ Educación no formal (no escolar)	Grados	☐ Preescolar ☒ 1° primaria ☒ 2° primaria ☒ 3° primaria ☒ 4° primaria ☒ 5° primaria ☒ 6° primaria
Descripción de la actividad	Es un proyecto para elaborar una maqueta que represente un vehículo robotizado para estudiar volcanes, y pueda comprenderse la importancia de estos para la naturaleza.			Ejes estratégicos	☒ Eje estratégico Educación STEM- Agenda 2030 ☒ Eje estratégico Educación STEM- desarrollo de la fuerza laboral en la Cuarta Revolución Industrial- Tecnológica ☒ Eje estratégico Educación STEM- innovación y emprendimiento ☐ Eje estratégico Educación STEM- inclusión

LECCIÓN 6. UN VEHÍCULO PARA ESTUDIAR VOLCANES

Objetivos	Las y los estudiantes serán capaces de crear un prototipo de vehículo robotizado para estudiar volcanes. El experimento sigue los principios de la metodología STEM que permiten, entre otras cosas, el cuidado del medioambiente.	Materiales	Los necesarios para hacer el prototipo, de acuerdo con la disponibilidad de materiales, la creatividad y complejidad.
Preparación previa	Una mesa limpia y libre de otros artículos para llevar a cabo el experimento.	Explicación breve a educadores	Enfocarse en temas de cuidado del medioambiente y exploración de la naturaleza, platicar de volcanes, mencionar como ejemplo alguno que conozcan. Preguntar a las alumnas y los alumnos qué es un volcán. Recuerde: cuando dé ejemplos en sus clases, haga hincapié en proyectos STEM creados por mujeres para inspirar a las niñas.
Pregunta indagatoria o detonante	¿Has escuchado de qué manera las y los científicos estudian los volcanes? ¿Sabes acerca del tipo de herramientas que emplean?	• Volcán • Científica y científicos de volcanes Recuerde: lo que no se nombra, no existe. Cuando no hace uso del lenguaje inclusivo, invisibiliza a las mujeres, ¡úselo! Vocabulario clave	4. Educación de calidad 15. Vida de ecosistemas terrestres ODS

Gran idea de la ciencia

Catorce grandes ideas que permiten entender, maravillarse y disfrutar con el mundo natural

- ☐ 1. Todo material en el universo está compuesto de partículas muy pequeñas.
- ☐ 2. Los objetos pueden afectar otros objetos a distancia.
- ☐ 3. El cambio de movimiento de un objeto requiere que una fuerza neta actúe sobre él.
- ☐ 4. La cantidad de energía del universo siempre es la misma, pero la energía puede transformarse cuando algo cambia o se hace ocurrir.
- ☒ 5. La composición de la Tierra y de la atmósfera y los fenómenos que ocurren en ellas le dan forma a la superficie de la Tierra y afectan su clima.
- ☐ 6. El Sistema Solar es una muy pequeña parte de una de las millones de galaxias en el universo.
- ☐ 7. Los organismos están organizados con base en células.
- ☐ 8. Los organismos requieren de suministro de energía y de materiales de los cuales, con frecuencia, dependen, y por los que compiten con otros organismos.
- ☐ 9. La información genética es transmitida de una generación de organismos a la siguiente generación.
- ☐ 10. La diversidad de los organismos, vivientes y extintos, es el resultado de la evolución.

Ideas acerca de la ciencia

- ☐ 11. La ciencia supone que para cada efecto hay una o más causas.
- ☐ 12. Las explicaciones, las teorías y los modelos científicos son aquellos que mejor dan cuenta de los hechos conocidos en su momento.
- ☒ 13. El conocimiento generado por la ciencia es usado en algunas tecnologías para crear productos que sirven a propósitos humanos.
- ☒ 14. Las aplicaciones de la ciencia tienen con frecuencia implicancias éticas, sociales, económicas y políticas.

Segunda sección. Desarrollo de la sesión

La palabra volcán deriva de la palabra romana “vulcanus”, el dios del fuego. En la Antigua Roma se creía que un volcán situado cerca de Nápoles era la puerta de entrada al mundo subterráneo. Según un mito griego, cuando las deidades se enojaban, la humanidad era castigada con el fuego que escupían los volcanes. Para calmar esa ira divina, se llegaban a sacrificar vidas humanas echándolas a la lava hirviente.

Los volcanes se forman en la superficie de la Tierra a causa del ascenso del magma desde el interior. Las masas de lava lanzadas en una erupción volcánica son conducidas desde las profundidades de la Tierra hasta el punto de erupción, conocido como cráter. Según el tipo de sustancia emitida, se forman llanuras o conos alrededor del cráter.

En México tenemos algunos volcanes activos, es decir, que siguen expulsando lava. No podemos predecir cuándo harán erupción, pero su estudio es importante para tener más información y tomar medidas de seguridad, ya que representan un problema muy serio porque la lava ardiente que expulsan puede viajar hasta 50 kilómetros por hora y afectar extensas regiones. Los volcanes también tienen aspectos positivos para la población; por ejemplo, las faldas del volcán Vesubio se prestan al cultivo de una uva particularmente gruesa y dulce de la que se obtiene un vino muy apreciado.

Introducción

Un volcán activo en nuestro país es el Popocatepetl, que se ubica muy cerca de la Ciudad de México. Las y los geólogos y geofísicos han estudiado su estructura y lo conocen bien, sin embargo, aún seguimos sin el conocimiento suficiente para poder predecir una erupción. Es muy importante estudiar lo que ocurre en el cráter para tener más información, sin embargo, estar en el cráter es muy peligroso.

¿Has escuchado de qué manera los científicos estudian los volcanes? ¿Sabes algo acerca del tipo de herramientas que utilizan? ¿Conoces si hay algún robot o “rover” que se utilice para estudiar los cráteres de los volcanes? Para estudiar a los volcanes podríamos diseñar un vehículo robotizado que ayude en esas tareas. Ese robot tiene que ser muy especial, tendría que desplazarse por terrenos rocosos, estar hecho de materiales que soporten el calor y las altas temperaturas, y ser capaz de enviar información importante.

¿Quién se beneficiaría de tener un vehículo robotizado para estudiar los volcanes? ¿Qué otras funciones sería importante considerar para el diseño del vehículo?

Recuerde: fomente las aportaciones de las niñas, sus participaciones son valiosas.

Desarrollo	Seguramente habrás visto en las noticias que las y los científicos han enviado vehículos robotizados al planeta Marte. Uno de ellos se llama Curiosity y uno más reciente es el vehículo Perseverance. Ambos tienen la misión de saber si existe o ha existido vida en ese planeta. Investiga acerca de ellos y piensa cómo podríamos adaptar algunas de sus funciones para estudiar los volcanes en la Tierra. ¿Qué tamaño tendría tu vehículo robot?, ¿de qué materiales estaría hecho?, ¿qué tipo de rueda y cámaras tendría?, ¿cómo lo llamarías? En otros planetas también hay volcanes. En Marte existe el volcán Olympus Mons que tiene una altura de 21.3 kilómetros. Es momento de construir tu vehículo robotizado para estudiar volcanes. Piensa en los materiales que necesitarás (considera que deben resistir altas temperaturas). Ten todo a la mano para no distraerte. Haz que tu prototipo o maqueta sea lo más real posible. Primero, diseña tu vehículo en papel para pensar en cosas que quizás no habías considerado. Recuerde: debe incluir a mujeres y hombres por igual, y facilite que las niñas tomen roles de liderazgo dentro del equipo.
Cierre	Es momento de presentar el prototipo. Sus estudiantes deben explicar con claridad sus funciones y, sobre todo, las ideas que se les ocurrieron para mejorar los robots que ya existen. Advierta que deben poner atención para tomar nota de las sugerencias que les hagan. Con las observaciones hechas por amigos o familiares, las y los estudiantes deberán mejorar su prototipo y publicarlo en alguna de sus redes sociales. No olviden comunicar con claridad las ideas que se les ocurrieron para elaborar y mejorar el vehículo.
Evaluación formativa	Las y los estudiantes comprenderán conceptos relativos a las características de los volcanes, sus beneficios para el planeta y los riesgos que implican.

Prácticas STEM ✓ Argumentar a partir de pruebas ✓ Formular preguntas y definir problemas ☐ Planificación y ejecución de investigaciones ☐ Desarrollo y uso de modelos ☐ Obtención, evaluación y comunicación de la información ✓ Análisis e interpretación de datos ✓ Construcción de explicaciones y diseño de soluciones ✓ Uso de matemáticas y pensamiento computacional	Aprendizajes curriculares	• Desarrollo de pensamiento crítico: aplicar su capacidad para cuestionar e interpretar tanto ideas como situaciones • Base conceptual para explicarse el mundo en que viven • Desarrollo de habilidades para comprender y analizar problemas diversos y complejos • Formación de personas analíticas, críticas, participativas y responsables • Construcción y participación en experiencias de colaboración con sus pares, con capacidad de comunicarlas en forma clara y secuenciada
Extensión de clase	Recursos	
Sugerencias o recomendaciones		

Portal CREA, recursos educativos abiertos para la enseñanza STEM

Los materiales, textos e imágenes suelen estar protegidos por derechos de autor, lo que limita su uso. Con esto en mente y la inspiración por el llamado de la UNESCO de una “Educación para Todos”, en 2012 la Fundación Internacional Siemens Stiftung inició el desarrollo y fomento de **Recursos Educativos Abiertos** (REA, en inglés, Open Educational Resources, OER), que son medios didácticos, de aprendizaje e investigación de uso público y gratuito, adecuados a todo tipo de escuelas y niveles educativos, con los que las y los docentes pueden practicar clases con medios de calidad probada y fácil acceso.

En el formato REA, el o la autora entrega explícitamente el derecho a usar los materiales con una licencia que muestra lo que está permitido y lo que no. Así, docentes y estudiantes pueden emplearlos de forma que cumplan con la ley, y también adaptar los contenidos a sus contextos y niveles de aprendizaje gracias a la modificabilidad de los materiales. De este modo, los REA mejoran el acceso al conocimiento y a la educación, además de que poseen potenciales pedagógicos especiales. Por ejemplo, los recursos educativos pueden ser procesados de manera colaborativa entre docentes y estudiantes. Esto además de ser efectivo, también fomenta procesos creativos y genera ideas innovadoras.

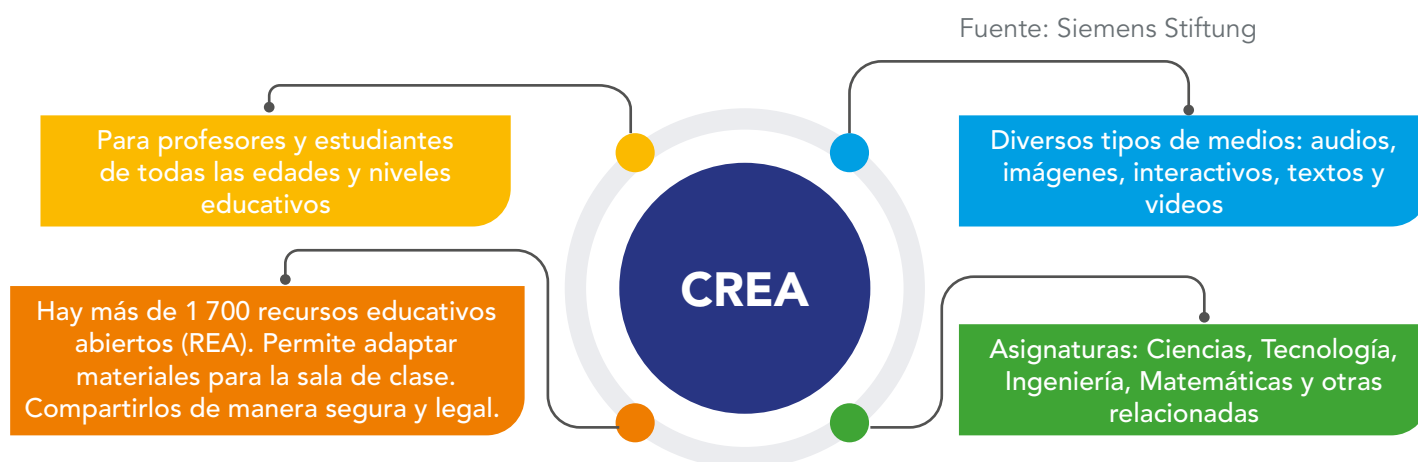
Vocación regional en permanente crecimiento

Mediante sus proyectos educativos, la Fundación Internacional Siemens Stiftung auxilia a docentes y estudiantes en Alemania, Europa, África y América Latina; en particular, en esta última región (como se trató en la sección sobre los Territorios STEM), se

ha impulsado la creación de la **Red STEM Latam**. Desde ella y en colaboración con universidades, ministerios, organizaciones no gubernamentales, fundaciones y otras instituciones educativas de América Latina y Europa, se han sumado materiales al portal, lo que permite su constante renovación y crecimiento, y la construcción de una comunidad para crear e intercambiar contenidos de aprendizaje, así como compartir resultados y experiencias.

Al 2023, CREA cuenta con más de 1 700 recursos educativos de aprendizaje de uso público y gratuito.¹⁵⁹ Estos materiales didácticos de gran diversidad de formatos (hojas de trabajo, pizarras interactivas, juegos, videos, podcasts, etc.) responden a las diferentes realidades sociales y de conectividad, aportan estímulos, sugerencias e información metodológica sobre la enseñanza de STEM que son adecuados para todo tipo de escuelas y niveles educativos. A ellos se suman *webinars*, MOOCs y cursos en línea diseñados para la enseñanza de las disciplinas STEM en temas como estadística, ingeniería, STEM y género, pensamiento computacional y cambio climático.¹⁶⁰

Figura 7. Componentes de CREA



¹⁵⁹ CREA [en línea], disponible en <<https://crea-portaldemedios.siemens-stiftung.org/home>>, fecha de consulta: 6 de diciembre de 2022.

¹⁶⁰ "Sobre CREA", en *ibidem*.

Como un ejemplo, destaca la inclusión de temas tan relevantes como Inteligencia Artificial. Las y los docentes pueden trabajar en el aula cómo funciona, cuál es su potencial y los retos que plantea. El paquete de recursos didácticos “Inteligencia Artificial” consta de tres partes: en la primera ofrece una visión general, introduce y concreta el término; la segunda ahonda en lo aprendido con la ayuda de ejemplos prácticos, como robots humanoides o la Industria 4.0; y la tercera examina aspectos detallados. Así, se puede trabajar independientemente de su nivel de conocimientos en la materia, lo mismo que saltarse secciones según el nivel de sus estudiantes.¹⁶¹

Experimento, un completo programa educativo en CREA

Dentro de la oferta de recursos educativos de CREA está el programa educacional **Experimento**, que desde 2011 está presente en unas 2 200 escuelas en América Latina.¹⁶² A través de él, las niñas y los niños pueden conocer y comprender diversas áreas de la ciencia, tecnología, sostenibilidad y cambio climático; todas adaptadas a las diferentes edades y niveles educativos. Una de las particularidades de Experimento es que fomenta el uso de métodos, instrucciones y materiales para guiar a las y los escolares hacia la reflexión autónoma y creativa en torno a diversas interrogantes y situaciones cotidianas.

El trabajo independiente, así como la exploración y comprensión de fenómenos naturales son algunos de sus focos. El programa se propone enseñar a pensar científicamente, mediante nuevos lenguajes, la experimentación y la vivencia. El proceso de aprendizaje se diseña de forma coconstructiva para fomentar valores como el trabajo en equipo, el respeto y la solidaridad.

¹⁶¹ “Medios”, en *ibidem*.

¹⁶² “Experimento”, en *ibid*.

Preguntas como: “¿De dónde viene la corriente?, ¿cómo limpio el agua contaminada? o ¿qué tan importante es la nutrición para nuestro cuerpo?” son el punto de partida para el trabajo con guías y materiales didácticos que animan a probar, investigar y encontrar soluciones. Esta dinámica se basa en el principio pedagógico del aprendizaje por indagación, por el cual se diseñan procesos para que los niños, niñas y adolescentes formulen preguntas, generen respuestas y reflexionen en torno a las soluciones propuestas, lo que también fortalece su autonomía. En cada país, universidades y facultades aliadas de la Fundación Siemens Stiftung, han adaptado Experimento a sus propias currículas para responder a las necesidades locales de educación. Un buen ejemplo es la adaptación “Experimento Blended” del Centro de Investigación en Didáctica de las Ciencias y Educación (STEM, CIDSTEM), de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, que se ha enfocado en la adaptación de Experimento para que cuente con perspectiva de género, un enfoque inclusivo, y recupere la diversidad latinoamericana.¹⁶³



¹⁶³ Conozca algunos recursos para diversas edades en CREA, disponible en <<https://crea-portaldemedios.siemens-stiftung.org/experimento-blended-4-ciencias-desde-latinoamerica-103056>>, fecha de consulta: 13 de abril de 2023.

CONSEJOS PARA INICIAR LA EDUCACIÓN STEM*

Es impresionante mirar ese cielo oscuro y maravilloso, pero con el conocimiento de qué es lo que estás viendo es aún mejor...

María Teresa Ruiz (astrónoma)

* Autores: Marlene Gras, Carolina Alí, Luisa Alejandra Domínguez

Como bien se señala en “Visión de éxito intersectorial”, estamos convencidas y convencidos de que “enseñar a nuestras niñas, niños y jóvenes a tener un pensamiento analítico enfocado en la resolución de problemas, con habilidades y competencias para la innovación, el liderazgo y el emprendimiento, podrá generar un cambio sustantivo en nuestra sociedad”.¹⁶⁴ Por ello, brindaremos algunos consejos prácticos ahora que quizá tiene mayor familiaridad con los temas planteados, para que comience a implementar la Educación STEM con éxito.

Cualidades de las lecciones

- + Son inclusivas e integran la diversidad.
- + Implican retos cognitivos.
- + Celebran la interdisciplinariedad al integrar al menos dos disciplinas STEM.
- + Están vinculadas con el mundo profesional.
- + Hacen visible el aprendizaje intencionalmente.
- + Impulsan el aprendizaje colaborativo y la reflexión colectiva e individual.
- + Integran el ambiente.
- + Forman parte de una secuencia didáctica, no se trata de actividades sueltas, a menos que sean actividades de entornos no formales a los que se acude de forma muy puntual, como museos, y aún ahí, idealmente se hará una conexión con casa o una propuesta de cómo vivir lo descubierto en la cotidianidad.

¹⁶⁴ M. Gras, C. Alí y L. Segura, *op. cit.*, p. 7.

Diseño de actividades

1. **Identificar** un problema a resolver. Recuerde que la Educación STEM promueve la resolución de problemas globales, especialmente los que se encuentran en la Agenda 2030 de la ONU o aquellos con los que nos enfrentamos en la vida cotidiana. En caso de educación preescolar, es muy válido usar la fantasía para fomentar la imaginación y construir a partir de la curiosidad nata de las niñas y niños. Si se trata de una lección inserta en una secuencia didáctica, puede examinar una parte de la indagación, de la búsqueda o de la construcción de la solución; por ejemplo, un paso del ABP.
2. **Buena planificación**, ya sea que elabore una actividad suelta o dentro de una secuencia, es recomendable acotar el tema. No busque incluir en una sola sesión muchos conceptos, recuerde que menos es más.
3. **Promover que la solución sea dada por las y los estudiantes**. Siempre plantee la actividad de tal manera que sean ellas y ellos quienes propongan una o varias soluciones, o bien una ruta para solventarlo; de este modo promovemos la reflexión y la agencia.
4. **Reflexionar** la forma en que está cruzando con otras áreas STEM. En este punto encontrará que las matemáticas son las más fáciles de relacionar, porque están al centro de todo.
5. **Fomentar el pensamiento computacional**. Recuerde que algunos aspectos del pensamiento computacional y la robótica pueden trabajarse sin dispositivos electrónicos; que la falta de ellos no detenga el aprendizaje.
6. **Impulsar** la participación e **invitar** a profesionales de diversas áreas STEM. Una manera de integrar la interdisciplinariedad y favorecer la participación es facilitar que las y los estudian-

tes conozcan diversos roles profesionales STEM y, al momento de llevar a cabo las actividades, también asignar funciones a quienes participen.

7. Los materiales hacen la diferencia. Procure emplear materiales sostenibles, con enfoque 5R (rechazar, reducir, reutilizar, reciclar y reincorporar), que sean durables y cuyos componentes, objetos y elementos a utilizar sean lo más parecido a aquellos empleados por los profesionistas de la ciencia, la ingeniería, etc., en la vida real.

8. Impulsar la diversidad e inclusión mediante ejemplos, oportunidades de participación, uso del lenguaje, etc. (por ejemplo, utilizar *universal design*).



Programa de educación no formal STEM

Proponemos seis acciones que las personas encargadas de formular políticas públicas, las y los desarrolladores de programas y todas las partes interesadas deben tener en cuenta para generar y fomentar este tipo de programas:

1. Comprender las condiciones locales para los programas comunitarios que apoyen el aprendizaje STEM: construir mapas y establecer puentes.
2. Diseñar programas para lograr acceso, equidad, continuidad y coherencia: conectar a niñas, niños, adolescentes y jóvenes con oportunidades de aprendizaje.
3. Auxiliar en el uso de enfoques creativos y receptivos para evaluar el éxito de los programas a escala individual, programático y comunitario: fomentar enfoques de evaluación innovadores.
4. Aumentar la profesionalización del personal y liderazgos de programas extraescolares: proporcionar desarrollo profesional.
5. Fortalecer la infraestructura de aprendizaje STEM: construir una infraestructura duradera.
6. Robustecer la inversión en investigación para mejorar nuestra comprensión del aprendizaje STEM en programas extraescolares: explorar cómo funcionan los ecosistemas de aprendizaje STEM.

Diseño de programas *afterschool*: programas de verano y de jornada extendida enfocados en comunidades de escasos recursos y escuelas de bajo rendimiento

Los programas *afterschool* y de verano son parte de un campo de estudio llamado **oportunidades de aprendizaje extendido**. Cuando son de calidad, son especialmente efectivos para brindar a niñas y niños, en condiciones de vulnerabilidad, oportunidades de enriquecimiento intencionales y estructuradas que complementen su desarrollo y formación más allá de lo académico. A continuación dejamos algunas recomendaciones para aprovecharlo al máximo.¹⁶⁵

- + Alinear el aprendizaje dentro y fuera de la escuela. Los programas de estudio después de la escuela y durante el verano pueden ofrecer ayuda con las tareas con actividades prácticas y divertidas. Idealmente se deberán establecer arreglos para garantizar una comunicación y coordinación entre las y los docentes y las personas o instituciones que proveen los programas de verano y *afterschool*.
- + Identificar y responder a las necesidades de aprendizaje individuales. Es clave enfocar las actividades *afterschool* a las necesidades de aprendizaje de las y los estudiantes de forma individual. Los programas extracurriculares y de verano pueden ser efectivos para frenar la pérdida de aprendizaje durante el verano.

¹⁶⁵ R. Lauer y R. Smith, "The potential of quality afterschool and summer learning programs and 21st century community learning centers for supporting school success", en *Expanding minds and opportunities. The Power of Afterschool and Summer Learning for Student Success* [en línea], disponible en <<https://www.expandinglearning.org/expandingminds/article/potential-quality-afterschool-and-summer-learning-programs-and-21st-century>>, fecha de consulta: 6 de diciembre de 2022.

- + Prestar atención a la salud y la asistencia a la escuela. Los problemas de salud física y mental pueden interferir con la asistencia y evitar el aprendizaje de las y los estudiantes, pero estos problemas a menudo se pasan por alto. El personal del programa de verano y *after school* puede compartir información con otras y otros profesionales de la educación acerca de las posibles necesidades de salud de sus estudiantes y ayudar a enfrentar el ausentismo crónico.
- + Asociarse con las familias. El personal del programa de verano y *after school* a menudo tiene más oportunidades que el personal diurno escolar para interactuar y desarrollar relaciones positivas con las familias. El personal fuera del horario escolar puede ser un vínculo fundamental entre las familias y la escuela, no solo al comunicar asuntos escolares, sino también al recopilar información sobre los intereses de las y los estudiantes, coordinando servicios y conectando a las familias entre sí para obtener apoyo.
- + Asociarse con grupos y organizaciones de la comunidad y tratar a la escuela, el hogar y la comunidad como un sistema unificado. Las niñas y los niños aprenden dondequiera que estén. Para actuar estratégicamente y ayudar a que obtengan todo lo necesario para tener éxito en la escuela, pueden unir fuerzas las numerosas personas educadoras en la vida de cada niña y niño.



STEM con foco en niñas y mujeres de acuerdo con la UNESCO

- + Nivel individual. Intervenciones para desarrollar habilidades especiales en niñas y niños por igual, y de manera particular, eficacia personal, intereses y motivaciones entre las niñas para seguir estudios y carreras en STEM.
- + Nivel familiar y de pares. Intervenciones para llevar a los padres, las madres y las familias a enfrentar ideas equivocadas basadas en el género y en las capacidades innatas, con el fin de ampliar la comprensión de las oportunidades educativas y las carreras en STEM existentes, para relacionar a las familias con expertas y expertos en orientación vocacional que abran caminos hacia la Educación STEM, así como el apoyo de pares.
- + Nivel escolar. Intervenciones para abordar las percepciones de docentes y sus habilidades para desarrollar y ofrecer planes de estudio con perspectiva de género, y para efectuar evaluaciones que tengan un impacto neutro en los géneros.
- + Nivel social. Intervenciones a las normas sociales y culturales relacionadas con la igualdad de género, los estereotipos en los medios, las políticas y la legislación. A lo planteado por UNESCO, se añadiría asegurar espacios con vocación de inclusión de género, es decir, integrar la perspectiva de género de manera tangible e intencionada, así como acercar modelos de rol para las niñas y adolescentes que sean cercanas y contextualizadas.

La UNESCO resalta que:

La **calidad de las y los profesores**, incluyendo su área de especialización y sus habilidades docentes, pueden influenciar significativamente la participación y el desempeño de las niñas en STEM. Las **actitudes de las y los**

docentes, sus creencias y conductas, así como la interacción con sus estudiantes, también pueden tener impacto en la elección de las niñas de su futuro profesional.

Las prácticas de enseñanza eficaces pueden cultivar un ambiente de aprendizaje constructivo que motive y atraiga a las niñas. PISA 2012 arrojó que cuando las y los profesores empleaban estrategias de activación cognitiva en matemáticas, que alientan a sus estudiantes a pensar y reflexionar, usar sus propios procedimientos para solucionar un problema, explorar distintas soluciones, aprender de sus errores, solicitar explicaciones y aplicar el aprendizaje en contextos diferentes, ellas y ellos mejoraban su desempeño en matemáticas.

Con el fin de mejorar el desempeño de las niñas, hay que cambiar las estrategias de enseñanza dentro del aula para brindar apoyo a las alumnas en forma diferente. Se han apreciado estrategias específicas para ayudar especialmente a las niñas a reducir la brecha de género en el rendimiento en STEM, que a su vez, son beneficiosas para todas y todos los alumnos.¹⁶⁶



¹⁶⁶ UNESCO, "Descifrar el código...", op. cit.

Formación docente, desarrollo de redes de aprendizaje

Basémonos en el modelo *Coach* del Banco Mundial, que recoge la evidencia que indica que “el desarrollo profesional docente efectivo (TPD) debe incluir apoyo continuo e individualizado para apoyar a las y los docentes e impactar su instrucción y subsecuentemente el aprendizaje de las y los estudiantes”.¹⁶⁷ Destaca también la necesidad de crear relaciones entre figuras de acompañamiento y profesionales de la educación, así como sus estudiantes, y de conectar la teoría con la práctica en todos los momentos de la formación y durante la carrera. Compartimos los **cuatro principios**: focalizado, práctico, a la medida y continuo.

Adicionalmente argumentamos que, en STEM, deberá fomentarse el desarrollo continuo en al menos cuatro ámbitos, teniendo en cuenta tanto contenido como pedagogía y acercamientos adecuados a la edad y etapas de desarrollo:

1. Formación continua sobre disciplinas STEM y su enseñanza
2. Instrucción en pedagogías integradoras y aprendizaje contextualizado
3. Formación en torno a la sustentabilidad y la educación ambiental que lleven a las y los estudiantes a la acción y la participación¹⁶⁸
4. Conocimiento en temas de actualidad sobre necesidades de la fuerza laboral y su desarrollo

¹⁶⁷ A. Popova y T. Wilichowsky, “8 tips to structure effective one-to-one support systems for teachers”, en World Bank [en línea], disponible en <<https://blogs.worldbank.org/education/8-tips-structure-effective-one-to-one-support-systems-teachers>>, fecha de consulta: 6 de diciembre de 2022.

¹⁶⁸ UNESCO, *Learn for our planet*, op. cit., p. 10.

Idealmente, se consolidarán Redes de Aprendizaje locales, pero también regionales, nacionales e internacionales en mediación del aprendizaje en STEM. Las Redes de Aprendizaje Docente se definen como un grupo de personas que comparten, reflexionan y se interrogan críticamente en torno a su práctica de modo continuo, reflexivo, colaborativo, inclusivo y orientado hacia el aprendizaje de las y los alumnos.¹⁶⁹

Así, pueden tomar diversas formas, ya que abren espacios de diálogo, acercan herramientas relacionadas con los cuatro ámbitos de formación mencionados, pero también **facilitan apoyo psicosocial**. Pueden ser creadas desde la escuela, o bien, mediante instituciones u organizaciones cercanas a la docencia; existen incluso redes docentes desde instancias gubernamentales u organismos internacionales.¹⁷⁰ Se recomienda que sean temáticas (como puede ser STEM) para potenciar sus resultados.

Las Redes de Aprendizaje STEM no son exclusivas de las y los docentes. Dependiendo de las características de este tipo de poblaciones específicas, se pueden generar redes de aprendizaje, crecimiento y soporte, tomando formas e identidades propias y pudiendo ser para estudiantes y mujeres entre otras poblaciones, e incluso sobre temas STEM específicos.

Las y los docentes con interés en conocer más sobre la Educación STEM pueden ingresar y conocer la plataforma gratuita Red Docentes STEM, en www.movimientostem.org/red-docentes-stem/, en la que podrán compartir intereses y contar con un espacio integral de vinculación, actualización y aprendizaje; conocer experiencias de otros docentes, y tener acceso a personas expertas en diversos campos STEM.

¹⁶⁹ Mitchell y Sackney, 2000; y Stoll, Bolam et al., 2006, en G. J. Krichesky y F. J. Murillo Torrecilla, "Las comunidades profesionales de aprendizaje. Una estrategia de mejora para una nueva concepción de escuela", en *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación* [en línea], disponible en <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=55118790005>>, fecha de consulta: 6 de diciembre de 2022.

¹⁷⁰ UNESCO, *STEM curriculum framework*, op. cit.

¿Cómo vincular la literatura con STEM?

Acceso a libros con temas STEM que sean cultural y lingüísticamente relevantes

Existe poca literatura con temas STEM en español, y su distribución puede ser muy complicada para que llegue a manos de niñas y niños de comunidades marginadas. Debemos procurar, por ejemplo, que presenten el trabajo de personas indígenas, afrodescendientes y mujeres, aunque ha habido un aumento reciente en la publicación de libros con temas de STEM que presenten a mujeres científicas, ingenieras y matemáticas, y en los que se incluye a personas de origen étnico diverso, hay pocas organizaciones benéficas dedicadas específicamente a hacer que estos libros lleguen a todas las comunidades.

Priorizar la inversión en programas educativos que emplean enfoques de alfabetización en STEM basados en evidencia

Los programas educativos STEM más sólidos en entornos formales e informales incorporan materiales de alfabetización ricos en investigación y experimentación práctica. Es esencial exponer de diversas maneras a las y los estudiantes a palabras clave, y motivarlos a escucharlas y usarlas. Al explorar los programas STEM, se deben buscar programas que incluyan oportunidades de lectura y escritura. Existe una amplia evidencia de que el desarrollo de las habilidades de escritura desarrolla las habilidades de lectura y viceversa.

Invertir en entornos escolares formales de manera diferente a como se haría en entornos de aprendizaje informal

Los entornos de aprendizaje formales son ideales para enseñar habilidades de alfabetización mediante el uso de textos complejos con temas de STEM, mientras que los entornos de aprendizaje informales son ideales para inspirar curiosidad y motivación en esta estrategia; por ejemplo, programas extracurriculares, campamentos, museos.

Buscar material alfabetizador en STEM de alta calidad disponible en un formato digital

Los recursos de lectura digital no solo son rentables; muchos de ellos también contienen características interactivas que los hacen más atractivos y accesibles para las y los lectores con dificultades. El acceso a internet y la búsqueda de textos de calidad será una habilidad a desarrollar en niñas y niños. Esto no excluye la necesidad de recursos físicos, como también podrían ser revistas.

Involucrar a las madres, padres y personas adultas cercanas a las niñas, niños, adolescentes y jóvenes

Los estudios muestran que las niñas, niños, adolescentes y jóvenes que tienen a una persona adulta a quien le interesa un tema STEM estarán más motivadas y motivados a formular preguntas de manera mutua y a acercarse a textos que representen un reto cognitivo para ambos, más que si la o el estudiante lo hiciera por su cuenta.

¿Cómo trabajar desde casa?

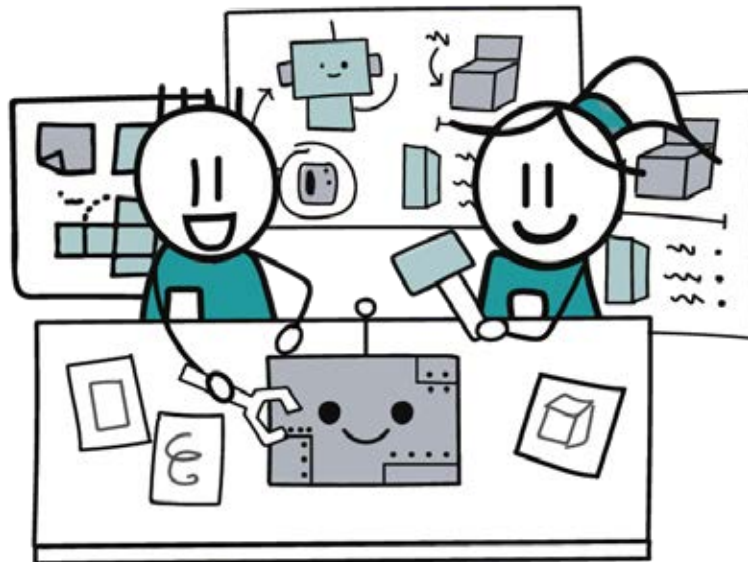
Si eres madre o padre, o estás a cargo de la crianza de uno o varios niñas o niños fuera de la escuela, entendemos la inquietud que puede generarte implementar estrategias STEM; sin embargo, no olvides que lo más importante es **generar el pensamiento crítico** de las niñas y los niños, así como las **habilidades socioemocionales**, las cuales implican el trabajo en equipo, comunicación y empatía, la capacidad de adaptarse al cambio, y favorecer el pensamiento creativo.

A continuación brindamos una serie de recomendaciones que hemos consultado bibliográficamente, experimentado con hijas e hijos, sobrinas y sobrinos, y preguntado a otras madres y padres de familia.

1. **Platique** mucho con las niñas y los niños; cuente historias, anécdotas de su infancia y época escolar. La comunicación es una herramienta que le ha permitido al cerebro humano y a las sociedades transmitir información relevante para la sobrevivencia.
2. Aprenda a **formular preguntas**: genere un entorno en donde viva la curiosidad y la creatividad, en donde el error sea visto como oportunidad.
3. Tenga a la mano **materiales diversos** y armen estructuras, piensen y platiquen mientras construyen.
4. Utilice **lenguaje preciso**, por ejemplo, mencione las partes del cuerpo por su nombre, no ponga apodos ni haga personajes con las partes del cuerpo.
5. **Fomente la imaginación**, ya que es una de las mejores vías para resolver problemas.
6. **Involucre** a las niñas y los niños en los asuntos cotidianos que

tiene que resolver, incluso puede compartirles algunas inquietudes, ya que ellas y ellos a menudo tienen soluciones más creativas que las personas adultas.

7. **Lean juntas y juntos toda clase de literatura**, pero busque intencionalmente leer sobre aspectos de la ciencia y del medioambiente.
8. Salga con las niñas y niños a **aprender en la naturaleza**. La naturaleza es un laboratorio a la mano, con el tiempo y curiosidad, pueden encontrar muchas respuestas... y muchas preguntas que indagar.



CONCLUSIONES*

Como hemos podido descubrir a lo largo de este texto, hay muchas formas de empezar a hacer realidad la Educación STEM para las niñas y niños de tres a doce años. La clave está en empezar y asumir que hay un camino de formación por delante, y buscar cómo crear las propias comunidades de aprendizaje. También es fundamental empezar a relacionarnos con estos entornos desde una auténtica curiosidad, en la que todas y todos aprendemos junto con las niñas y niños. Necesitamos dar un vuelco de 180 grados para reconocer a la escuela como una colectividad dinámica dentro de una gran comunidad y tender puentes. Será cada vez más central que discutamos las habilidades de agencia, la literacidad científica y STEM, y cómo se desarrollan para darnos cuenta de su importancia y lograr una ciudadanía plena.

La oferta de Educación STEM es cada vez más amplia; sin embargo, para llevar una experiencia realmente significativa a las niñas y niños será necesario volvernos, por un lado, muy hábiles para contextualizar esa oferta y, por otro lado, fomentar un análisis crítico para mejorarla, buscar que esté basada en evidencia, y que sea realmente STEM.

Si bien es muy inspirador observar la multitud de ejemplos y prácticas que van surgiendo en nuestro país y en todo el mundo, México tiene un importante camino que recorrer en su currícula

* Autora: Marlene Gras

nacional y en las prácticas en las aulas, escuelas y entornos no formales, para integrar este enfoque y prácticas, así como pedagogías integradoras y de aprendizaje contextualizado, como el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje situado, el aprendizaje basado en el juego, las pedagogías críticas, el aprendizaje por experiencia, aprender en la naturaleza, aprendizaje basado en futuros, aprendizaje colaborativo, entre otras. Todo ello en espacios inclusivos con perspectiva de género, acercando a las niñas a modelos de mujeres STEM con quienes puedan identificarse y que las inspiren a seguir caminos STEM en sus trayectorias escolares y de vida.

Puede a veces parecer desalentador observar los espacios educativos sin materiales, equipamiento ni espacios verdes, pero hay mucho por dónde empezar. De hecho, tener materiales y equipamiento no garantiza una Educación STEM de calidad. Creemos laboratorios vivos en parques, patios escolares y espacios comunitarios; empecemos por incorporar la indagación y las pedagogías integradoras y demás pedagogías activas a nuestra práctica; comencemos utilizando una variedad interesante de materiales reciclados o de uso cotidiano; consigamos materiales esenciales poco a poco, logrando alianzas con la comunidad; partamos, pues, de lo que sí tenemos y crezcamos desde ahí. Debemos encontrar y reconocer las escuelas e iniciativas STEM que ya cuentan con este enfoque y se están esforzando por brindar a sus estudiantes las mejores experiencias y oportunidades, y cuando lo hacen con enfoque de inclusión, aún más.

Otro reto es contar con mayor evidencia del éxito de iniciativas, programas, intervenciones. Son pocas las que recogen data y menos las que practican evaluaciones de resultados y de impacto. Con la urgencia que existe por llegar con programas STEM de calidad a todas y todos, es de gran relevancia conocer qué funciona, qué funciona mejor, qué es más costo-efectivo y cuáles iniciativas son escalables.

Es fácil reconocer que, en colaboración, será mucho más rápido y sencillo, así que conformemos territorios/ecosistemas STEM para potenciar el esfuerzo de cada actor de la comunidad, y para tener una visión común que nos guíe para conformar sociedades sostenibles, solidarias, inclusivas, equitativas, dinámicas, innovadoras y en donde todas y todos podamos desarrollarnos y aportar.



Referencias bibliográficas

- 4-H, *What is 4-H?* [en línea], disponible en <<https://4-h.org/about/what-is-4-h/>>, fecha de consulta: 23 de noviembre de 2022.
- AMIT, *#No More Matildas* [en línea], disponible en <<https://www.nomorematildas.com/>>, fecha de consulta: 23 de noviembre de 2022.
- Betti, Gianni, *Escuela, educación y pedagogía en Gramsci*, Barcelona, Martínez Roca, 1981.
- CEPAL, UNICEF, UNESCO, Ministerio de Asuntos Exteriores de Noruega, Primer Seminario Regional de Desarrollo Social, “Educación en América Latina y el Caribe: la crisis prolongada como una oportunidad de reestructuración”, en CEPAL [en línea], disponible en <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/version_final_presentacion_se_educacion_13-10-2021_0.pdf>, fecha de consulta: 2 de octubre de 2022.
- Early Childhood STEM Working Group [en línea], disponible en <<https://ecstem.uchicago.edu/guiding-principles/>>, fecha de consulta: 6 de diciembre de 2022.
- “Escuela Sustentable no. 294 de Jaureguierry” [en línea], disponible en <<https://docplayer.es/202897889-Escuela-sustentable-n-294-de-jaureguierry.html>>, fecha de consulta: 8 de febrero de 2023.
- Exploratorium [en línea], disponible en <<https://www.exploratorium.edu/>>, fecha de consulta: 6 de diciembre de 2022.
- Fitzgerald, Angela, Carole Haeusler y Linda Pfeiffer, *STEM education in primary classrooms*, Londres, Routledge Taylor & Francis Group, 2020.
- Forest Schools, “What is Forest School? An introduction”, en Forest School [en línea], disponible en <<https://www.forestschools.com/pages/what-is-forest-school-an-introduction>>, fecha de consulta: 22 de noviembre de 2022.
- Gras, Marlene, “Aprender en la naturaleza: nadie ama lo que no conoce”, en *Pie de Página* [en línea], disponible en <<https://piedepagina>>.

mx/aprender-en-la-naturaleza-nadie-ama-lo-que-no-conoce/», fecha de consulta: 7 de octubre de 2022.

- ———, “The joy of learning through curiosity and experiential learning: afterschool programs in Latin America to provide a better start for children in vulnerable communities”, en *K-12 Digest* [en línea], disponible en <<https://www.k12digest.com/the-joy-of-learning-through-curiosity-and-experiential-learning-afterschool-programs-in-latin-america-to-provide-a-better-start-for-children-in-vulnerable-communities/>>, fecha de consulta: 23 de noviembre de 2022.
- Gras Marín, Marlene (coord.), Carolina Alí, y Laura Segura, “Estrategia Educación STEM para México. Visión de éxito intersectorial de los cuatro ejes estratégicos”, en *Movimiento STEAM* [en línea], disponible en <<https://goo.su/t7gHynA>>, fecha de consulta: 21 de octubre de 2022.
- HEI Schools [en línea], disponible en <<https://www.heischools.com/>>, fecha de consulta: 24 de noviembre de 2022.
- Horno 3. Museo del Acero [en línea], disponible en <<https://www.horno3.org/>>, fecha de consulta: 6 de diciembre de 2022.
- Johnson, Carla, et al., *English handbook of research on STEM education*, Nueva York, Routledge, 2020.
- Kide Science [en línea], disponible en <<https://www.kidescience.com/en/>>, fecha de consulta: 2 de octubre de 2022.
- Kleine Forscher, “Vision and mission of the ‘Haus der Kleinen Forscher’ foundation”, en *Haus der Kleinen Forscher* [en línea], disponible en <https://www.haus-der-kleinen-forscher.de/fileadmin/Redaktion/Englisch/AboutUs/170629_Vision_Mission_englisch.pdf>, fecha de consulta: 23 de noviembre de 2022.
- Learnlife, “Nature hub”, en Facebook [en línea], disponible en <<https://www.facebook.com/wearelearnlife>>, 7 de febrero de 2022, fecha de consulta: 22 de noviembre de 2022.
- Llorente, Analía, “Día de la Mujer: qué es el ‘efecto Matilda’ que invisibiliza a las mujeres en la ciencia”, en *BBC News Mundo* [en línea], disponible en <<https://www.bbc.com/mundo/noticias-55990900>>, fecha de consulta: 23 de noviembre de 2022.

- México, Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en *Diario Oficial de la Federación* [en línea], 15 de mayo de 2019, disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/dof/CPEUM_ref_237_15may19.pdf >, fecha de consulta: 1 de febrero de 2023.
- MINEDUC Ecuador, “Contextualización curricular con enfoque en sustentabilidad para las Islas Galápagos”, en Ministerio de Educación de Ecuador [en línea], disponible en <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/04/CURRICULO-CONTEXTUALIZADO-PARA-GALAAPAGOS.pdf>, fecha de consulta: 20 de octubre de 2022.
- Ministerio de Educación Nacional y Parque Científico de Innovación Social, *STEM+ Guía Metodológica para la conformación de Territorios STEM+*, Bogotá, 2022.
- Morgenshtern, Ofer, e Iris Pinto, *Future-oriented pedagogy. From trends to actions-a flow chart. Abstract based on R & D policy outline for future-oriented pedagogy*, en State of Israel Ministry of Education R&D, Initiatives and Experiments Division [en línea], disponible en <https://meyda.education.gov.il/files/Nisuyim/Future_Oriented_Pedagogy.pdf>, fecha de consulta: 2 de octubre de 2022.
- National Inventors Hall of Fame (s. f.), “The benefits of school education at the preschool level” [en línea], disponible en <https://www.invent.org/sites/default/files/2019-07/Why_Start_STEM_at_the_Pre-K_Level_White_Paper_FINAL.pdf>, fecha de consulta: 24 de noviembre de 2022.
- National Summer Learning Association, *STEM in the summer: the joy of meaningful learning*, en NSLA [en línea], disponible en <http://www.summerlearning.org/wp-content/uploads/2016/10/STEM-in-Summer_keyline.pdf>, fecha de consulta: 24 de noviembre de 2022.
- ONU, “Objetivos de Desarrollo Sostenible”, en ONU [en línea], disponible en <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>, fecha de consulta: 7 de octubre de 2022.
- Pattison, Scott, Gina Svarovsky y Smirla Ramos-Montañez, “Storybooks and STEM: using books as a tool to support early childhood family STEM learning”, en Researchgate [en línea], disponible en <https://www.

researchgate.net/publication/340234030_Storybooks_and_STEM_Using_Books_as_a_Tool_to_Support_Early_Childhood_Family_STEM_Learning», fecha de consulta: 25 de noviembre de 2022.

- Popov, Vitaliy y Tessa Tinkler, "The role of books and reading in STEM: an overview of the benefits for children and the opportunities to enhance the field", en *Youth, Education, and Literacy* [en línea], disponible en <<http://digital.sandiego.edu/npi-youth/2>>, fecha de consulta: 24 de noviembre de 2022.
- Reimers, Fernando et al., *Empoderando a ciudadanos globales. El curso mundial*, s.p.i., en ResearchGate [en línea], disponible en <https://www.researchgate.net/profile/Fernando_Reimers/publication/326424011_Empoderando_a_Ciudadanos_Globales_El_Curso_Mundial/links/5b4cbf7a45851507a7a5a54c/Empoderando-a-Ciudadanos-Globales-El-Curso-Mundial.pdf>, fecha de consulta: 22 de octubre de 2022.
- Sachs, Ignacy, "Ecodesarrollo. Concepto, aplicación, implicaciones", en *Comercio Exterior* [en línea], disponible en <<http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/421/6/RCE6.pdf>>, fecha de consulta: 22 de octubre de 2022.
- SEP, "Estrategia Nacional de Formación Continua", en SEP [en línea], disponible en <https://dgfcdd.sep.gob.mx/multimedia/2022/Docs/ENFC_2022.pdf>, fecha de consulta: 10 de octubre de 2022.
- Siemens Stiftung, "Territorio KEICA-plataforma interactiva para la exploración de problemáticas socioambientales en Latinoamérica", en Educación STEM Latinoamérica [en línea], disponible en <<https://educacion.stem.siemens-stiftung.org/territorio/>>, fecha de consulta: 9 de octubre de 2022.
- Smithsonian Science Education Center, The LASER model, en SSEC [en línea], disponible en <<https://ssec.si.edu/laser-model>>, fecha de consulta: 23 de octubre de 2022.
- Smithsonian Science for the Classroom, "Models: Bringing Real-World Phenomena to School", en Smithsonian Science for the Classroom [en línea], disponible en <<http://landing.carolina.com/Global/FileLib/stc->

content/Smithsonian-Models-White-Paper.pdf», fecha de consulta: 28 de noviembre de 2022.

- Sobel, David, "Place-based education: connecting classroom and communities", en *Orion, Nature and Culture* [en línea], disponible en <orionmagazine.org/product/place-based-education-connecting-classrooms-and-communities/>, fecha de consulta: 28 de noviembre de 2022.
- STEM Ecosystems, "What is a stem learning ecosystem?", en STEM Ecosystems [en línea], disponible en <<https://stemecosystems.org/what-are-stem-ecosystems/>>, fecha de consulta: 9 de octubre de 2022.
- Tinkerlab, "What is tinkering?", en Tinkerlab [en línea], disponible en <<https://tinkerlab.com/what-is-tinkering/>>, fecha de consulta: 28 de noviembre de 2022.
- UNESCO, "Chile teacher training programme brings green science to life in indigenous regions", en UNESCO [en línea], disponible en <<https://en.unesco.org/news/chile-teacher-training-programme-brings-green-science-life-indigenous-regions>>, fecha de consulta: 19 de octubre de 2022.
- ———, "Descifrar el código. La educación de las niñas y las mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM)", en UNESCO [en línea], disponible en <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366649>>, fecha de consulta: 21 de octubre de 2022.
- ———, *STEM curriculum framework*, IBE-UNESCO [en línea], disponible en <https://mektebim.21pstem.org/STEM_Curriculum_Framework.pdf>, fecha de consulta: 1 de octubre de 2022.
- Wilichowsky, Tacy, Anna Popova, "8 tips to structure effective one-to-one support systems for teachers", en World Bank [en línea], disponible en <<https://blogs.worldbank.org/education/8-tips-structure-effective-one-one-support-systems-teachers>>, fecha de consulta: 6 de diciembre de 2022.
- Zinth, Jennifer y Matt Weyer, "Leadership training: a cornerstone of P-3 STEM", Denver, Policy Brief, Education Commission of the States [en línea], disponible en <https://www.ecs.org/wp-content/uploads/Leadership_Training_A_Cornerstone_of_P-3_STEM.pdf>, fecha de consulta: 22 de noviembre de 2022.

De consulta

- Acuerdo de Galápagos para la Educación, “Contextualización #CurrículoEducativoGalápagos”, en Facebook [en línea], disponible en <<https://www.facebook.com/watch/?v=489591778697635&ref=sharing>>, fecha de consulta: 19 de octubre de 2022.
- Afterschool Alliance, *Defining youth outcomes for STEM learning in afterschool*, Afterschool Alliance, STEM and Afterschool [en línea], disponible en <http://www.afterschoolalliance.org/stem_outcomes_2013.pdf>, fecha de consulta: 20 de diciembre de 2022.
- Aguilera, David y Jairo Ortiz-Revilla, “STEM vs. STEAM education and student creativity: a systematic literature review”, en *Education Sciences*, en MPDI [en línea], disponible en <<https://doi.org/10.3390/educsci11070331>>, fecha de consulta: 7 de noviembre de 2022.
- Alianza para la promoción de STEM (Appstem), en *Visión STEM para México* [en línea], disponible en <<https://www.movimientostem.org/wp-content/uploads/2021/01/Vision-STEM-para-Mexico.pdf>>, fecha de consulta: 22 de octubre de 2022.
- Arteaga D. y M. Gras, *El Aprendizaje Basado en Proyectos: adquiriendo conocimientos, habilidades sociales y emocionales, habilidades de STEM y competencias técnicas específicas a través de proyectos*, s. p. i., 2018.
- Banco Interamericano de Desarrollo, *Escuelas del siglo XXI en América Latina y el Caribe* [en línea], disponible en <<https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Escuelas-del-Siglo-XXI-en-Am%C3%A9rica-Latina-y-el-Caribe.pdf>>, fecha de consulta: 22 de noviembre de 2022.
- CASEL, “Marco de SEL de CASEL: ¿Cuáles son las dimensiones de competencia principales y dónde se promueven?”, en CASEL [en línea], disponible en <<https://casel.s3.us-east-2.amazonaws.com/CASEL-Wheel-Spanish.pdf>>, fecha de consulta: 22 de octubre de 2022.

- Center for Ocean Education and Leadership [en línea], disponible en <<https://www.montereybayaquarium.org/for-educators/bechtel-education-center>>, fecha de consulta: 9 de abril de 2023.
- Cochran-Smith, Marilyn y Susan Lytle, s. f., citado en Lea Vezub, "Hacia una pedagogía del desarrollo profesional docente: modelos de formación continua y necesidades formativas de los profesores", en Páginas de Educación [en línea], disponible en <http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-74682013000100006&lng=es&tlng=es>, fecha de consulta: 10 de octubre de 2022.
- Coneval, *Estudio diagnóstico del derecho a la educación 2018*, Coneval, Ciudad de México, 2018 [en línea], disponible en <https://www.coneval.org.mx/Evaluacion/IEPSM/Documents/Derechos_Sociales/Estudio_Diag_Edu_2018.pdf>, fecha de consulta: 7 de noviembre de 2022.
- CREA [en línea], disponible en <<https://crea-portaldemedios.siemens-stiftung.org/experimento-blended-4-ciencias-desde-latinoamerica-103056>>, fecha de consulta: 13 de abril de 2023.
- Create & Learn [en línea], disponible en <https://www.create-learn.us/fun-online-summer-camps?utm_source=SummerCampHub&utm_campaign=Summer2021>, fecha de consulta: 9 de abril de 2023.
- Curriculum EiE [en línea], disponible en <<https://eie.org/>>, fecha de consulta: 9 de abril de 2023.
- Diario Oficial de la Federación, Acuerdo número 14/08/22 por el que se establece el Plan de Estudio para la educación preescolar, primaria y secundaria, publicado el 18 de agosto de 2022.
- Global STEM Alliance, *STEM education framework*, en Global STEM Alliance [en línea], disponible en <https://www.nyas.org/media/13051/gsa_stem_education_framework_dec2016.pdf>, fecha de consulta: 28 de agosto de 2022.
- Gras, Marlene (coord.) y Carolina Alí, *Crear trayectorias de vida y bienestar para niñas y adolescentes: perspectivas del trabajo de campo en Paraguay, Ecuador y República Dominicana*, no publicado, 2020.
- Gras, Marlene y Carolina Alí, *Trayectorias de bienestar para niñas y adolescentes en riesgo*. Conversatorios sociales, no publicado, 2020.

- Gras, Marlene (coord.) y Carolina Alí, *Estrategia Educación STEM para México. Visión de éxito intersectorial del eje estratégico Educación STEM. Inclusión con perspectiva de género y foco en mujeres*, México, Movimiento STEAM, 2021.
- Gras, Marlene (coord.), C. Chao Rebolledo y G. Salgado, *Ruta-Escuela para la educación socioemocional*, Ciudad de México, CCE-Talento Aplicado, 2021.
- Greca, Ileana y Jesús Ángel Meneses (coords.), *Proyectos STEAM para la educación primaria. Fundamentos y aplicaciones prácticas*, Madrid, Dextra, 2018.
- Gresnight, Rens et al., "Promoting science and technology in primary education: a review of integrated curricula", en *Studies in Science Education*, en Taylor & Francis on line [en línea], disponible en <<https://doi.org/10.1080/03057267.2013.877694>>, fecha de consulta: 12 de noviembre de 2022.
- Ibbby México [en línea], disponible en <<https://www.ibbymexico.org.mx/guia-de-libros-recomendados/>>, fecha de consulta: 8 de febrero de 2023.
- iD Tech Summer Virtual Camp [en línea], disponible en <<https://www.idtech.com/virtual>>, fecha de consulta: 9 de abril de 2023.
- IPCC, "Summary for policymakers", en *Climate change 2021: the physical science basis. Contribution of working group I to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*, 2021.
- Jane Goodall [en línea], disponible en <<https://janegoodall.org/>>, fecha de consulta: 8 de febrero de 2023.
- Jiménez Iglesias, M. et al., *European STEM schools report: key elements and criteria*, Bruselas, European Schoolnet, 2018.
- Kang, Nam-Hwa, "A review of the effect of integrated STEM or STEAM (science, technology, engineering, arts, and mathematics) education in South Korea", en *Asia-Pacific Science Education* [en línea], disponible en <<https://doi.org/10.1186/s41029-019-0034-y>>, fecha de consulta: 1 de octubre de 2022.
- Kleine Forscher, "Acerca de la fundación", en Haus der Kleinen Forscher [en línea], disponible en <<https://www.haus-der-kleinen-forscher.de/en/>>

about-us», fecha de consulta: 6 de diciembre de 2022.

- ———, Facts and figures: “Haus der Kleinen Forscher” foundation, Berlín, Haus der Kleinen Forscher [en línea], disponible en <https://www.haus-der-kleinen-forscher.de/fileadmin/Redaktion/3_Aktuelles/Presse/Infomappe_Hintergrundinfos/Q4_2022_Facts_Figures_english.pdf>, fecha de consulta: 23 de noviembre de 2022.
- Krichesky, Gabriela J. y F. Javier Murillo Torrecilla, “Las comunidades profesionales de aprendizaje. Una estrategia de mejora para una nueva concepción de escuela”, en REICE, *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación* [en línea], disponible en <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=551187900005>>, fecha de consulta: 6 de diciembre de 2022.
- La Ciutat de les Arts i les Ciències, Valencia, España [en línea], disponible en <<https://www.cac.es/es/home.html>>, fecha de consulta: 9 de abril de 2023.
- Larmer, John, “Gold Standard PBL: essential project design elements”, en PBL Works [en línea], disponible en <<https://www.pblworks.org/blog/gold-standard-pbl-essential-project-design-elements>>, fecha de consulta: 2 de octubre de 2022.
- Lauer, Rhonda y Ralph Smith, “The potential of quality afterschool and summer learning programs and 21st century community learning centers for supporting school success”, en Expanding Learning [en línea], disponible en <<https://www.expandinglearning.org/expandingminds/article/potential-quality-afterschool-and-summer-learning-programs-and-21st-century>>, fecha de consulta: 6 de diciembre de 2022.
- McClure, Elizabeth et al., *STEM starts early: grounding science, technology, engineering, and math education in early childhood*, en The Joan Ganz Cooney Center at Sesame Workshop [en línea], disponible en <https://www.researchgate.net/publication/313198613_STEM_starts_early_Grounding_science_technology_engineering_and_math_education_in_early_childhood>, fecha de consulta: 2 de octubre de 2022.
- Ministerio de Educación, “ACUERDO Nro. MINEDUC-MINEDUC-2021-00016-A”, en Ministerio de Educación [en línea], disponible en <<https://>>

- educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/04/MINEDUC-MINEDUC-2021-00016-A.pdf, fecha de consulta: 19 de octubre de 2022.
- Monterey Bay Aquarium Home [en línea], disponible en <<https://www.montereybayaquarium.org/>>, fecha de consulta: 6 de diciembre de 2022.
 - Museum of Science, Boston. Home [en línea], disponible en <<https://www.mos.org/>>, fecha de consulta: 6 de diciembre de 2022.
 - Museum of Science+Industry, Chicago [en línea], disponible en <<https://www.msichicago.org/>>, fecha de consulta: 6 de diciembre de 2022.
 - National Research Council, *Identifying and supporting productive STEM programs in out-of-school settings*, Committee on Successful Out-of-School STEM Learning. Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education, The National Academies Press [en línea], disponible en <http://thescienceexperience.org/Books/Identifying_and_Supporting_Productive_STEM_Programs_in_Out-of-School_Settings.pdf>, fecha de consulta: 24 de noviembre de 2022.
 - _____, "Successful K-12 STEM education: identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics. Committee on highly successful science programs for k-12 science education", en The National Academies Press [en línea], disponible en <<https://nap.nationalacademies.org/catalog/13158/successful-k-12-stem-education-identifying-effective-approaches-in-science>>, fecha de consulta: 6 de diciembre de 2022.
 - Paraguay Educa, *Programa KuñaTIC*, en Paraguay Educa [en línea], disponible en <<http://paraguayeduca.org/kunhatic/>>, fecha de consulta: 23 de noviembre de 2022.
 - PEAR, *Partnerships to transform STEM learning. A case study of Tulsa, Oklahoma's ecosystem*, en The PEAR Institute: Partnerships in Education and Resilience [en línea], disponible en <463c9f23e0c5.filesusr.com/ugd/d30660_efee681192be4e70a700361bae13b6cd.pdf>, fecha de consulta: 9 de octubre de 2022.
 - Robotix [en línea], disponible en <<https://www.soyrobotix.com/verano/>>, fecha de consulta: 9 de abril de 2023.
 - Science Naturally [en línea], disponible en <<https://www.sciencenaturally>

com/», fecha de consulta: 8 de febrero de 2023.

- SEP, “Perfil de egreso de la educación obligatoria”, en SEP [en línea], disponible en <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/792397/plan_de_estudio_para_la_educacion_preescolar_primaria_secundaria_2022.pdf>, fecha de consulta: 18 de enero de 2023.
- Siemens Stiftung, “Educación sobre el cambio climático en América Latina”, en Fundación Siemens Stiftung, [en línea], disponible en <<https://www.siemens-stiftung.org/wp-content/uploads/medien/publikationen/publicacion-educacionsobreelcambioclimaticoenamericalatina-siemensstiftung.pdf>>, fecha de consulta: 19 de octubre de 2022.
- Sintonen, Sara, Kristtina Kumpulainen y Jenni Vartiainen, “Young children’s imaginative play and dynamic literacy practices in the digital age. Mobile technologies in children’s language and literacy: innovative pedagogy in preschool and primary education”, en Emerald Publishing Limited [en línea], disponible en <<https://doi.org/10.1108/978-1-78714-879-620181002>>, fecha de consulta: 6 de diciembre de 2022.
- Sloan McCombs, Jennifer et al., *Every summer counts: a longitudinal analysis of outcomes from the National Summer Learning Project*, en Rand Corporation [en línea], disponible en <https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR3201.html>, fecha de consulta: 24 de noviembre de 2022.
- Smithsonian Science Education Center, disponible en <<https://www.ssec.si.edu/>>, fecha de consulta: 9 de abril de 2023.
- Smithsonian Science for the Classroom, “Models: bringing real-world phenomena to school”, en Smithsonian Science for the Classroom [en línea], disponible en <<http://landing.carolina.com/Global/FileLib/stc-content/Smithsonian-Models-White-Paper.pdf>>, fecha de consulta: 1 de octubre de 2022.
- Tagma, “Una escuela sustentable: Jaureguiberry, Uruguay”, en Somos Tagma [en línea], disponible en <<https://somostagma.com/>>, fecha de consulta: 6 de diciembre de 2022.
- Techbridge Girls [en línea], disponible en <<https://www.techbridgegirls.org/>>, fecha de consulta: 23 de noviembre de 2022.

- The Children's Books Council, "Best STEM Books Lists, Reading Lists", en CBC Books [en línea], disponible en <<https://www.cbcbooks.org/readers/reader-resources/best-stem-books-list/>>, fecha de consulta: 25 de noviembre de 2022.
- Tulsa Regional STEM Alliance, *Annual report*, en TRSA [en línea], disponible en <<https://tulsastem.org/wp-content/uploads/2021/03/2020-Annual-Report-1.pdf>>, fecha de consulta: 6 de diciembre de 2022.
- Umaschi, Marina, *Coding as a playground: programming and computational thinking in the early childhood classroom*, Nueva York, Routledge Press, 2018.
- UNESCO, "Apoyar a los docentes y al personal educativo en tiempos de crisis", nota temática 2.2 del Sector de Educación de la unesco sobre la crisis de la COVID-19 en UNESCO [en línea], disponible en <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373338_spa>, fecha de consulta: 6 de diciembre de 2022.
- _____, "Foro Consultivo Internacional. Enseñanza de ciencias con enfoque de género", en UNESCO [en línea], disponible en <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000260750?posInSet=1&queryId=N->> , fecha de consulta: 15 de noviembre de 2022.
- _____, *Learn for our planet: a global review on how environmental issues are integrated in education*, en UNESCO [en línea], disponible en <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377362>>, fecha de consulta: 1 de octubre de 2022.
- UNICEF, ITU, *Towards an equal future: reimagining girls' education through STEM*, Nueva York, UNICEF, ITU, 2020 [en línea], disponible en <<https://www.unicef.org/media/84046/file/Reimagininggirlseducationthroughstem2020.pdf>>, fecha de consulta: 23 de noviembre de 2022.
- UNFPA-UNICEF, "Nota técnica sobre enfoques transformadores de género en el programa mundial de UNFPA-UNICEF para poner fin al matrimonio infantil, fase II: resumen para profesionales" [en línea], disponible en <<https://goo.su/V5yj6eG>>, fecha de consulta: 3 de febrero de 2023.
- Vartiainen, Jenni y M. Aksela, "Science clubs for 3 to 6-year-olds: science with joy of learning and achievement", en *LUMAT: International Journal*

on Math, Science and Technology Education [en línea], disponible en <https://doi.org/10.31129/lumat.v1i3.1108>, fecha de consulta: 6 de diciembre de 2022.

- Vartiainen, Jenni y Kristtina Kumpulainen, "Promoting young children's scientific literacy as a dynamic practice", en Kristiina Kumpulainen y Julian Sefton-Green (eds.), *Multiliteracies and Early Years Innovation: Perspectives from Finland and Beyond* [en línea], disponible en https://www.researchgate.net/publication/335465389_Promoting_young_children's_scientific_literacy_as_a_dynamic_practice, fecha de consulta: 3 de octubre de 2022.
- Vezub, Lea F., "Hacia una pedagogía del desarrollo profesional docente: modelos de formación continua y necesidades formativas de los profesores", en *Páginas de Educación* [en línea], disponible en http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-74682013000100006&lng=es&tlng=es, fecha de consulta 10 de octubre de 2022.
- Virtual Camp Kennedy Space Center, NASA [en línea], disponible en <https://www.kennedyspacecenter.com/camps-and-education/virtual-camp-kennedy-space-center>, fecha de consulta: 9 de abril de 2023.
- Wynne, Harlen, *Principios y grandes ideas para la educación en ciencias: competencias de ciencias en la escuela*, Madrid, Alfaomega popular, 2012.
- World Economic Forum, Marsh McLennan, sk Group y Zurich Insurance Group, *The global risks report 2021*, en World Economic Forum [en línea], disponible en http://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Risks_Report_2021.pdf, fecha de consulta: 22 de octubre de 2022.

Anexo 1

Proyectos y documentos en el marco de la Estrategia Educación STEM para México

En el marco de la construcción de la Estrategia Educación STEM para México, se han formulado los siguientes documentos, que, a su vez, también aportaron información para la elaboración del presente trabajo.

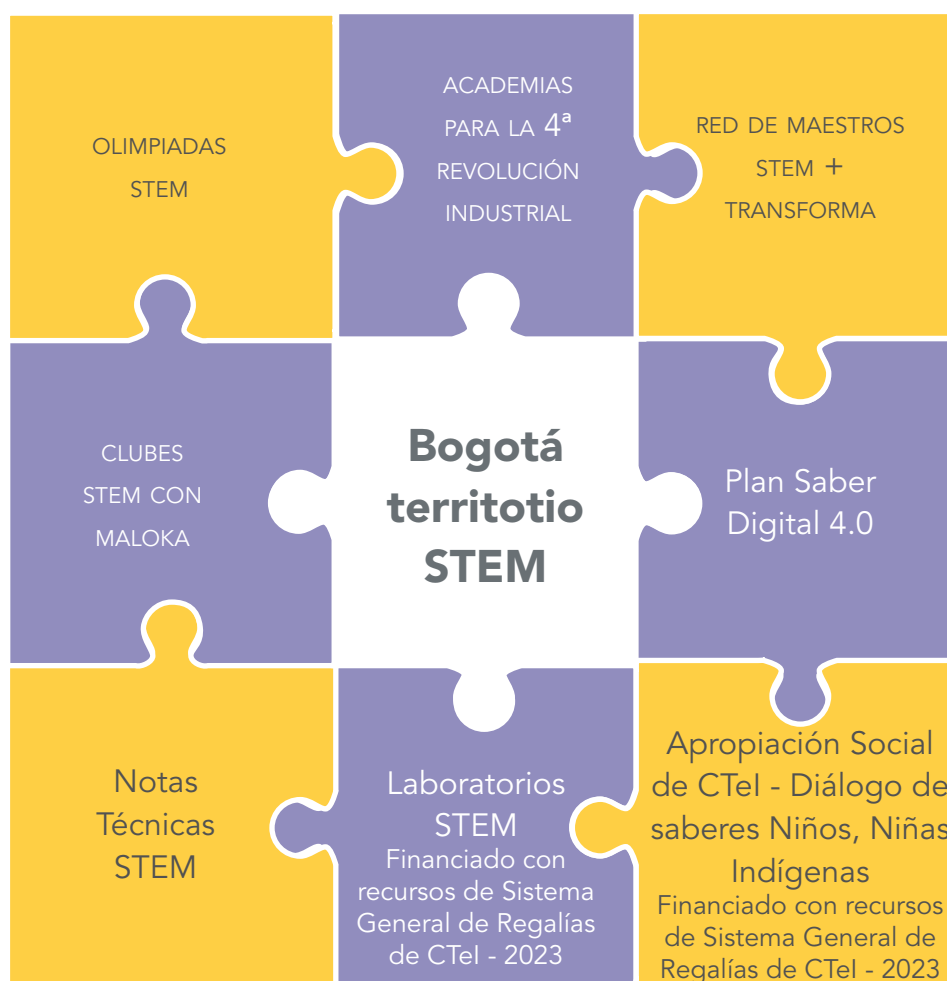
Insumos	Autores equipo de trabajo
Visión STEM para México (2019)	Coordinadora: Marlene Gras Marín; equipo de trabajo: Juan Carlos Andrade-Guevara, Carmen Villavicencio Caballero
Indicadores STEM para México-primera fase (2019)	Coordinadora: Gina Andrade Baena; equipo de investigación: Marlene Gras Marín, Marlene Saint Martin Guerra

Estrategia Educación STEM para México. Visión de éxito intersectorial: cuatro ejes estratégicos (2020)	Coordinadora: Marlene Gras Marín; equipo de investigación: Carolina Alí Fojaco, Laura Segura Guzmán
Estrategia Educación STEM para México. Visión de éxito intersectorial del eje estratégico: educación STEM-inclusión con perspectiva de género y foco en mujeres (2021)	Coordinadora: Marlene Gras Marín; equipo de investigación: Carolina Alí Fojaco
Diagnóstico de inclusión (2021). Realizado en colaboración con la Red de Mujeres Unidas por la Educación	Coordinadora: Eugenia Garduño Whitson
Indicadores STEM para México-segunda fase (2021)	Coordinadora: Gina Andrade Baena
Educación STEM y su aplicación. Una estrategia inclusiva, sostenible y universal para preescolar y primaria	Coordinadora: Marlene Gras Marín; equipo de investigación: Carolina Alí Fojaco, Luisa Alejandra Domínguez Álvarez

Anexo 2

Despliegue de instrumentos Bogotá Territorio STEM¹⁷¹

Estrategias STEM



¹⁷¹ Toda la información sobre Bogotá Territorio STEM se puede consultar en: <https://www.redacademica.edu.co/bogotaterritoriostem>

Agenda de impacto colectivo – ecosistema de actores

- Universidad Minuto de Dios – UNIMINUTO
- Universidad de la Sabana
- Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología - OCyT
- Fundación Corona
- Fundación Internacional Siemens Stiftung
- Cámara de Comercio de Bogotá
- Alta Consejería Distrital de TIC
- Laboratorio de Innovación Pública de Bogotá - IBO
- Microsoft
- Compensar
- AWS
- Maloka – Museo Interactivo de Ciencia y Tecnología
- Geek Girls Latam
- Princiencias – Liceo Femenino Mercedes Nariño
- ScienteLab
- Colegio Santa Francisca Romana
- Colegio La Bici
- Ministerio de Educación Nacional
- ATENEA

Anexo 3

Acerca de las autoras

Marlene Gras

Es consultora internacional en Educación, y fundadora y directora de TierraED. Colabora en proyectos con empresas, centros de investigación, organizaciones internacionales y de la sociedad civil. Diseña y asesora programas de educación formal y no formal, y políticas públicas, con el fin de crear ambientes de aprendizaje seguros, significativos, dinámicos e inclusivos que sean tierra fértil para el desarrollo de personas involucradas, creativas y felices, capaces de contribuir a un mundo más justo y en sintonía con la naturaleza.

A lo largo de su trayectoria, ha tenido la gran oportunidad de compartir prácticas con docentes y facilitar su desarrollo en diversos temas. También ha participado en varias publicaciones. Se ha especializado en metodologías de enseñanza activa, como el aprendizaje basado en proyectos, Educación STEM, Educación socioemocional, ambientes escolares efectivos, educación regenerativa y para la conservación, *mindfulness* en entornos educativos, desarrollo de la fuerza laboral y desarrollo positivo de los jóvenes.

Estudió Educación y Desarrollo, la maestría en Educación Internacional en la Universidad de Estocolmo y actualmente estudia la maestría en Innovación Educativa para la Sostenibilidad. Es miembro de la Red MuXED.

Carolina Alí Fojaco

Apasionada por el aprendizaje, la educación y el desarrollo humano. Está comprometida con la mejora de la calidad de la educación en América Latina mediante el diseño e implantación de experiencias innovadoras de aprendizaje apoyadas en la investigación. En su experiencia profesional, ha contribuido en diversos proyectos como consultora e investigadora *junior* en educación, relacionados con el diseño de experiencias educativas y desarrollo de contenido, formación docente, y tecnología educativa para diversas organizaciones. Además, ha ejercido como docente en preescolar y como facilitadora de aprendizaje en diferentes entornos educativos.

Es licenciada en Pedagogía por la Universidad Panamericana. Actualmente cursa la maestría en Ingeniería del Aprendizaje (Learning Engineering) en Lynch School of Education de Boston College. Forma parte de la Red de Jóvenes por la Educación para el Desarrollo Sostenible de la UNESCO (ESD Youth).

Sus temas de interés son la educación en entornos informales, STEM, primera infancia, familia y juego, educación para el desarrollo sostenible, la curiosidad, imaginación, creatividad, identidad y el arte

Liderazgo y coordinación estratégica

Graciela Rojas Montemayor

Fundadora y presidenta de Movimiento STEM

Ha impulsado por más de veinte años el pensamiento científico como camino al desarrollo sostenible y bienestar social.

En 2014 fue galardonada con el Premio Nacional al Em-

prendedor y, en 2015, con el Premio Nacional de Calidad. Ha sido reconocida por su impulso al Ecosistema STEM como una de las ejecutivas más destacadas del país por la revista *Expansión*, *Mundo Ejecutivo* y *Forbes*, como una de las 100 mujeres más poderosas.

En 2020 fue nombrada una de las 100 mujeres líderes mundiales en STEM y ganadora para México en los Globant Awards en la categoría Game Changer. En 2022 fue nombrada Ashoka Fellow.

Hoy, su visión y liderazgo son referente para América Latina y el Caribe.

Laura Segura

Gerente de Investigación y Fortalecimiento Institucional en Movimiento STEM

Psicóloga con más de diez años de experiencia en la creación, operación y gestión de proyectos para organizaciones sin fines de lucro que trabajan con estrategias educativas, particularmente dirigidas a mujeres, discapacidades, emprendimiento y fomento de Educación STEM. Cuenta con certificaciones en innovación y desarrollo de organizaciones sin fines de lucro, así como un diploma en atención integral a la discapacidad.

En Movimiento STEM, ha participado en el fortalecimiento y consolidación de las estrategias institucionales, así como en la coordinación y operación de las investigaciones y colaboraciones de investigación que lleva a cabo la institución con diversos actores de la iniciativa privada, organismos empresariales, organizaciones de la sociedad civil, academia, organismos no gubernamentales nacionales e internacionales, centros de investigación e instituciones educativas a nivel internacional.

Lista de cuadros y figuras

- Cuadro 1.** Problemáticas en preescolar y primaria y recomendaciones, **12**
- Cuadro 2.** Diferentes formas de integrar las asignaturas STEM en la educación primaria, **19**
- Cuadro 3.** Ejemplos de modelos de fenómenos reales para primaria, **52**
- Cuadro 4.** Principios y buenas prácticas para la Educación STEM en la primera infancia, **60**
- Cuadro 5.** Marco para una Educación STEM que reconoce e incluye la diversidad estudiantil, **63**
- Cuadro 6.** Marco de dimensiones de éxito para programas de educación no formal STEM, **98**
- Cuadro 7.** Indicadores y subindicadores para programas *afterschool* con enfoque en STEM, **100**
- Cuadro 8.** Museos, acuarios y centros de educación no-formal inspiradores para la Educación STEM, **118**
- Cuadro 9.** Ejemplos de programas de verano STEM virtuales, **124**
- Cuadro 10.** Mapa de características de aliados EduSTEM, **162**

- Figura 1.** Condiciones y características para formar un Territorio STEM, **37**
- Figura 2.** Modelo LASER de implantación sistémica de STEM, **44**
- Figura 3.** Contextualización curricular de las islas Galápagos: ejes, temas esenciales y subtemas de sustentabilidad, **84**
- Figura 4.** Transformación pedagógica mediante la educación STEM, **147**
- Figura 5.** Ámbitos clave de una Escuela STEM con visión para México, **158**
- Figura 6.** Enfoque transformador de género, **159**
- Figura 7.** Componentes de CREA, **218**