



Marco STEM+ para la implementación de innovación educativa en Latinoamérica



Red STEM
Latinoamérica

SIEMENS | Stiftung

Autores:

Martín Bascopé Julio - Centro UC de Desarrollo Local (CEDEL UC),

Pontificia Universidad Católica de Chile

Nina Ibaceta Guerra - CIDSTEM, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Sandra Ruiz - Consultora para la Oficina Regional de Siemens Stiftung Latinoamérica

Comité editorial RSL:

Prof. Kristina Reiss - Emérita Technische Universität München

Prof. Susanne Müller-Using - Consultora para la Oficina Regional de Siemens Stiftung Latinoamérica

Ulrike Wahl - Representante Siemens Stiftung Oficina Regional para Latinoamérica

Ximena Álvarez - Gerente de Proyectos Senior Siemens Stiftung Oficina Regional para Latinoamérica

Paola Pino - Gerente de Comunicaciones Siemens Stiftung Oficina Regional para Latinoamérica

Coordinadores de las Mesas de Trabajo Regionales de la Red STEM Latinoamérica

Las imágenes y fotografías contenidas en esta publicación han sido aportadas por las instituciones a cargo de desarrollar cada una de las iniciativas. Todo los recursos visuales cuentan con las respectivas autorizaciones para su publicación.

Este trabajo se encuentra bajo
Licencia Creative Commons CC BY-NC-SA 4.0



**Red STEM
Latinoamérica**





III Encuentro
Red STEM
Latinoamericana







Este documento es un importante ejercicio de co-construcción que propone un marco lógico que contextualiza el entendimiento y valoración del enfoque educativo STEM+ en América Latina, y su aporte a una educación más integral. Reúne las voces de expertos y experiencias de instituciones miembros de la Red STEM Latinoamérica que trabajan por las innovaciones y transformaciones necesarias para una educación pertinente y situada, que forje los conocimientos y habilidades necesarias para enfrentar los desafíos del hoy y el mañana.

El texto recoge una idea central, que también es el propósito compartido de la Red, como ecosistema de innovación educativa y social en América Latina: formar ciudadanía crítica, reflexiva, participativa, empática y resiliente para desarrollar comunidades y territorios sostenibles. Esto incluye consideraciones sobre contenidos y metodologías en torno a un enfoque que propone el desarrollo de una comprensión holística, donde la filosofía, y las humanidades en general, interactúan con la ciencia y la tecnología, para construir los conocimientos y habilidades necesarios para el desarrollo individual y colectivo de sociedades cada vez más interconectadas y cohesionadas que aspiran a un desarrollo social y sostenible para todos. La diversidad de contextos, realidades y necesidades de la región es incorporada como un insumo que da cuenta de la relevancia y pertinencia del enfoque STEM+ en la educación para el cambio social y la paz.

Esperamos que este documento sea una invitación a establecer un enriquecedor diálogo e intercambio de ideas, experiencias y aprendizajes. Un objetivo permanente entre todos quienes formamos parte de la Red STEM Latinoamérica, y cuyo propósito de impacto colectivo, suscribe también la Fundación Internacional Siemens Stiftung como coordinadora general de la Red.



Dra. Nina Smidt

CEO

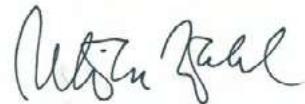
Siemens Stiftung



Dra. Barbara Filtzinger

Directora de Educación

Siemens Stiftung



Ulrike Wahl

Representante Siemens Stiftung

Oficina Regional Latinoamérica



Contenidos

PRÓLOGO DE CONTEXTO / p.11

Caso de aplicación. Expansión de los Territorios STEM en Perú

CAPÍTULO 1

EDUCACIÓN STEM+ EN LATINOAMÉRICA: UNA TRANSFORMACIÓN NECESARIA / p.19

Origen del concepto STEM y su transición hacia STEM+

Caso de aplicación. Experimento Blended: Ciencias desde Latinoamérica

Doble integración STEM+: Entre disciplinas y con el contexto

Caso de aplicación. Educación STEM+ para el Desarrollo Sostenible y Cambio Climático

Caracterización del enfoque STEM+

Enfoque STEM+: Una necesidad para Latinoamérica ante la crisis climática

Caso de aplicación. Educación STEM+ ante la crisis climática

CAPÍTULO 2

LA PROPUESTA PEDAGÓGICA-DIDÁCTICA PARA MEDIAR UN ENFOQUE STEM+ / p.53

Caso de aplicación. Proyecto Educación en Cambio Climático Veracruz

Metodologías activas propuestas para la implementación del enfoque STEM+

Caso de aplicación. Faro de sustentabilidad

Caso de aplicación. MICA

Caso de aplicación. El caso desarrollado en la Universidad de Antioquia

Caso de aplicación. Olimpiadas STEM

REFERENCIAS / p.91



Prólogo

de contexto



Prólogo de contexto

Cómo aprender a comprender aquello que resulta complejo, dimensionar las interdependencias de todo lo que afrontamos, desarrollar las soluciones a problemas y retos que nunca son de una persona o institución sino de muchos, en realidad de todos. Cómo abordarlo en nuestros contextos locales, pero siempre conscientes de saberles vinculados a los globales. La construcción de conocimientos y competencias inicia desde los primeros años, pero es ciertamente un camino a lo largo de la vida. Qué y cómo deberíamos aprender, y cómo enseñar.

Estas preguntas son cruciales ante una realidad tan inestable y compleja como la actual. El cambio climático y sus efectos, las crisis sanitarias de impacto global, tensiones sociales y enfrentamientos bélicos, globalización y veloces y contundentes avances tecnológicos dibujan escenarios futuros inciertos y levantan las alarmas ante la evidente profundización de las inequidades.

Un contexto en el que se vuelve urgente repensar la educación, en tanto vector transversal estratégico para contribuir a una formación integral que prepare a ciudadanas y ciudadanos para forjar sociedades sostenibles.

Recuperar aprendizajes fundamentales, pero al mismo tiempo transformar una educación que tiene que entender y prever la evolución de sociedades cada vez más conectadas es un ejercicio de co-construcción y sistémico que convoca a todos los sectores de la sociedad, en diálogo con el sector educativo. En todo ello, el enfoque de educación STEM es crucial, apuntando al saber, el hacer y el ser.

El presente documento propone transitar desde el actual enfoque STEM al “STEM+”. Un marco que permite hacer frente a la diversidad de las comunidades educativas del continente, remarcando las competencias, habilidades y conocimientos para permitir hacia una educación realmente integrada, inclusiva, diversa, basada en las particularidades y necesidades de cada contexto. ¿Cuáles son las habilidades, competencias y conocimientos transversales que deben promoverse? ¿Qué entendemos por integración? ¿Cuál es el rol esperado de docentes, estudiantes,

política pública, academia, y sociedad civil? ¿Cómo ha de entenderse la relación de escuela, comunidad y territorio? ¿Qué aporta el enfoque educativo STEM+?

En medio de las preguntas y propuestas metodológicas, la Red STEM Latinoamérica se presenta como un epicentro de difusión e implementación del enfoque STEM+ desde México a la Patagonia. La Red se comprende como un ecosistema de innovación social y educativa. A lo largo de los últimos años, ha llegado a unir a más de 180 instituciones de diferentes sectores de la sociedad, vinculándose como una red de redes multisectorial, con una agenda compartida que considera diversas perspectivas, expertise, capacidades y conocimientos prácticos con el fin de lograr impacto colectivo a nivel local, nacional y regional.

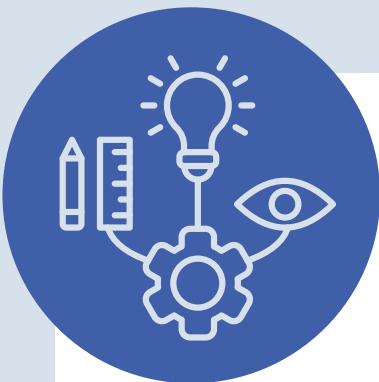
Se basa en un propósito común, establecido en la “Declaración de Monterrey” (enero 2023), que llama a incidir en la formación de ciudadanía comprometida, responsable y empática que participe activamente en la construcción de comunidades y territorios sostenibles, buscando inspirar y promover la educación STEM+ como un enfoque innovador de educación integral. Un objetivo que se fundamenta en 5 objetivos que buscan fortalecer, expandir, divulgar y medir el impacto que generan las acciones de los actores del ecosistema.

La Red se inicia en 2014 con reuniones regionales que comenzaron a rotar por Latinoamérica tematizando la innovación educativa y prácticas pedagógicas con foco en una comprensión ampliada de educación STEM. Un primer grupo que creció significativamente durante la pandemia por Covid 19 (2021) y el consecuente impacto monumental en la educación. En la crisis surgió un gran ejercicio de colaboración interinstitucional e interregional, coordinado por la Fundación Internacional Siemens Stiftung, basado en una estructura de gobernanza de coordinaciones nodales descentralizadas. En su constitución la Red tiene como norte la agenda de Objetivos de Desarrollo Sostenible fijados en 2015 por la ONU; las conclusiones y el nuevo contrato social para la educación propuesto por UNESCO que en 2021 llamó a “Reimaginar el futuro de la educación”, la Declaración de Santiago de la cumbre interministerial

de enero de 2024, pero por supuesto también referentes como el Learning Compass 2030, desarrollado por la OECD.

El enfoque STEM+ es para la agenda de la Red un marco que se enfoca en las competencias y habilidades que se desarrollan a partir de la integración disciplinar y la perspectiva de pertinencia territorial. El pensamiento crítico, la resolución de problemas, la creatividad, la comunicación y la colaboración subyacen. En él se encuentran contenidos, metodologías y temáticas específicas (STEM) y ampliadas (STEM+) que deben permear la educación desde la primera infancia hasta el final del ciclo escolar, y a lo largo de la vida.

El presente ejercicio de formulación de esta amplia experiencia en un documento Marco STEM+ para Latinoamérica es un ejemplo más de consensuar perspectivas para una base común, que permita desplegar un consecuente ejercicio de impacto colectivo por la educación en Latinoamérica. Y en tanto así, queremos proponerlo a todos los actores involucrados, y particularmente a las y los docentes. De vincularnos todos, podremos dar cuenta en conjunto que el plural sí es capaz de mover la aguja.



Caso de aplicación

Expansión de los Territorios STEM en Perú

El caso de Instituto APOYO y la importancia de la colaboración público-privada

Instituto APOYO es una organización sin fines de lucro con más de 35 años de experiencia en el ámbito educativo en el Perú. Su objetivo fundamental es fomentar una educación integral que aporte a la formación de ciudadanía competente y activa para solucionar problemas del contexto del Siglo XXI y generar bienestar y desarrollo sostenible. Por lo mismo, promueve el enfoque de educación STEAM+H (STEM+) en Perú y Latinoamérica.

La transformación educativa requiere del involucramiento de todos. Gracias a los ecosistemas fortalecidos en territorios, el Instituto APOYO y la red de aliados de STEAM+H ha podido promover y fortalecer cambios sistémicos en la educación en regiones mediante la implementación y posicionamiento continuo del enfoque educativo STEAM+H en la política pública y a través de acciones como programas de formación, concursos, proyectos, recursos educativos, entre otros.

Para lograr esto, se han concretado en el tiempo, acuerdos interinstitucionales con el Ministerio de Educación, los Gobiernos Regionales, las Gerencias y Direcciones Regionales de Educación, la Academia, Organizaciones de la sociedad civil y comunidad educativa. Además, el Instituto APOYO ha cumplido el rol de secretario técnico del Foro Nacional STEAM+H, que impulsa iniciativas y proyectos STEAM+H en el Perú, promueve la consolidación de Territorios que contribuyan a la descentralización de la educación y al entendimiento profundo de las diversas necesidades y oportunidades del país. El referido Foro está conformado por más de 40 miembros que además, en su mayoría, son parte activa de la Red STEM Latinoamérica, liderada por Fundación Internacional Siemens Stiftung, una iniciativa que promueve la educación STEM para el desarrollo sostenible.





Más información en:
www.institutoapoyo.org.pe



Videos del proyecto:
<https://youtu.be/x1SDe2l05-4>
<https://www.youtube.com/watch?v=TKQmUAZpMps>





Caso de aplicación

Expansión de los Territorios STEM en Perú

El caso de Instituto APOYO y la importancia de la colaboración público-privada

A partir de la experiencia de Instituto APOYO en Perú, se ha identificado que los cambios sostenibles y el impacto territorial se logran incidiendo e interviniendo en paralelo en dos ámbitos clave:

1

Desde la política pública

STEAM+H y sus programas se han sustentado en acciones y convenios con las regiones territoriales de Cajamarca, Arequipa, Lima Metropolitana, Cusco, Ica, Ucayali, Tacna entre otras. Además, en Cajamarca, Arequipa, Lima Metropolitana, Tacna, Cusco el enfoque STEAM+H se ha incorporado en la política pública mediante diferentes herramientas como el Programa Regional de Educación, Resoluciones Regionales y Directoriales, Lineamientos de Política Pública Regional y en los planes de los Curriculum Diversificados en Regiones.

2

Desde el ecosistema social

Las diversas acciones se han podido lograr porque han sido sustentadas en el co diseño y co implementación de los pilotos de proyectos en los diferentes territorios. Así, en el 2023, se ha alcanzado a 4,409 docentes, 185,508 estudiantes y 1,036 escuelas. Los programas y proyectos educativos STEAM+H han sido adaptados desde el expertise del Instituto APOYO bajo el marco conceptual desarrollado por Fundación Internacional Siemens Stiftung y los aliados de la Red STEM Latinoamérica. Así como lo promovido por UNESCO, Smithsonian Institute, el Movimiento STEM+, el Global STEM Alliance –The New York Academy of Sciences y la experiencia de los actores educativos de Perú y Latinoamérica.

Es muy esperanzador, identificar que los ecosistemas están activos en regiones, son diversos, se articulan, significan una conjunción de acciones y esfuerzos que contribuyen a la definición e implementación de una agenda educativa que aporta a la transformación de la educación desde los territorios. Junto a la comunidad educativa, autoridades, sociedad civil y academia de distintas regiones, promovemos el desarrollo de competencias STEAM+H que permitan construir una ciudadanía responsable. Con la implementación de programas como “Matemáticas para Todos”, “Ciencias para Todos – Experimento”, “Aprendizajes Integrados”, “Escuelas Indagadoras” y “Educación Financiera en tu Cole” alineados bajo el enfoque STEAM+H, se busca formar ciudadanos críticos y creativos que busquen soluciones a los problemas de su contexto y que contribuyan con las políticas públicas vivas, redes, agendas y las prácticas pedagógicas transformadoras que se materializan gracias a la cooperación entre los ecosistemas de los territorios y mesas temáticas de la Red STEAM+H Nacional y la Red STEM Latinoamérica.





1

Educación STEM+ en Latinoamérica:

Una transformación
necesaria



Origen del concepto STEM y su transición hacia STEM+

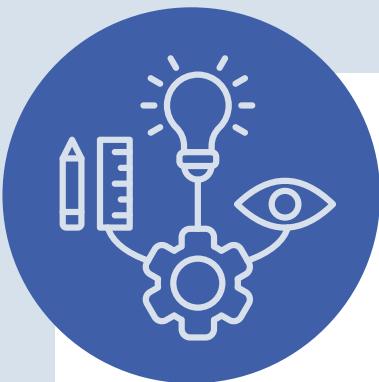
STEM es un concepto relativamente nuevo; sus orígenes se remontan a finales de los 90 y están relacionados con la National Science Foundation de EE.UU., que buscaba integrar disciplinas y promover el interés y las habilidades de las y los estudiantes en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas. Por su ambiciosa propuesta de integrar cuatro dominios complejos, mucha ambigüedad rodea a los enfoques STEM, con el riesgo de seguir trabajando con cada una de estas disciplinas desconectadas. Sin embargo, un enfoque integrado, bien implementado, tiene el potencial de resolver retos globales del mundo moderno y ayudar a construir habilidades y mentalidades preparadas para afrontar los complejos dilemas del siglo XXI (Kelley & Knowles, 2016).

Tras analizar dos revisiones sistemáticas de la literatura científica internacional, publicadas en 2019 y 2023, podemos listar los beneficios de este tipo de enfoque en edades escolares. Dentro de los principales beneficios de la educación STEM, destacan el desarrollo del pensamiento crítico, la colaboración, creatividad, habilidades de comunicación, resolución de problemas, innovación y conexión con el mundo real. Si bien existe evidencia de que el enfoque STEM genera también avance en conocimientos y habilidades disciplinares del área científica, como el razonamiento lógico y habilidades experimentales, estas también pueden ser desarrolladas con enfoques de enseñanza tradicional. Sin embargo, un enfoque integrador como el STEM permite además el desarrollo de habilidades relevantes para afrontar los desafíos el siglo XXI, como las recién expuestas (Widya et al., 2019; Sungur Güл et al., 2023).

Es importante aclarar que **las definiciones de educación STEM no solo consideran las ciencias naturales y computacionales, sino también las ciencias sociales y del comportamiento, como la sociología, la economía, la psicología y las ciencias políticas** (González y Kuenzi, 2012). La idea detrás de esta compleja integración es conectar diferentes materias a partir de situaciones del mundo real, donde los estudiantes puedan aprender de experiencias relevantes y más estimulantes, entre ellas: resolución de problemas, indagación científica, discusión productiva,

aprendizaje colaborativo, aprendizaje activo y experiencial, (Stohlmann et al., 2012). En los últimos años, algunas publicaciones con enfoque global, que han tenido a la región latinoamericana entre sus referentes, **han propuesto la idea de STEM+ como un enfoque educativo que ofrece oportunidades para que los estudiantes integren de manera activa, los conocimientos, habilidades y actitudes de diversas disciplinas, dando énfasis a los conocimientos locales que facilitan la aproximación con la vida cotidiana de los estudiantes.** Desde esta perspectiva interdisciplinaria, el enfoque educativo STEM+ constituye un medio para la formación de una ciudadanía crítica, preparada, capaz de conocer el lugar en el que vive y de generar acciones pertinentes ante los desafíos del siglo XXI (Reiss & Filtzinger, 2023; Mineducación, 2021).

Una idea clave presente en la mayoría de los marcos STEM y STEM+ es la de integración. La forma más común, es integrar las diferentes disciplinas consideradas en el acrónimo STEM, incluidas las ciencias naturales, sociales, pero también las artes, humanidades y otros conocimientos locales, lo que le da un carácter no solo inter, sino que transdisciplinar. Sin embargo, también hay una segunda forma de integrar, que consiste en la integración de oportunidades educativas a situaciones del mundo real, abriendo las escuelas a su contexto y contribuyendo a implementar oportunidades educativas basadas en hechos reales, con resultados concretos, tangibles y valiosos (Moore et al., 2020; Roehrig et al., 2021). En la misma dirección, Rennie et al. (2020) propusieron lo que llamaron una “perspectiva mundana” en la educación STEM, que significa mantener un equilibrio entre el conocimiento propio de cada una de las disciplinas STEM y el conocimiento integrado, teniendo cuidado de no caer en ninguno de los extremos, y también manteniendo la conexión entre los problemas globales y locales. Aquí la idea de situaciones del mundo real tiene que ver con ejemplos locales concretos que debían conectarse cuidadosamente con desafíos globales.



Caso de aplicación

Experimento Blended: Ciencias desde Latinoamérica

Centro de Investigación en Didáctica de las Ciencias y Educación STEM de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

En el año 2021, el Centro de Investigación en Didáctica de las Ciencias y Educación STEM de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso diseñó y desarrolló el proyecto Adaptación del Programa educativo Experimento de la Fundación Internacional Siemens Stiftung en Alemania (<https://www.siemens-stiftung.org/en/projects/experimento/>) a formato blended learning para Latinoamérica. Este proyecto se realizó en el marco de la Iniciativa de Educación STEM para la Innovación de Siemens Stiftung y Siemens Caring Hands. Su objetivo principal fue adaptar parte del contenido del exitoso programa "Experimento" considerando las condiciones de educación a distancia reportadas por docentes latinoamericanos durante el contexto de emergencia sanitaria por COVID-19.

El proyecto se desarrolló con una estrategia de trabajo colaborativo, interdisciplinaria y multicultural, realizada en dos etapas: una local y una internacional. La etapa de trabajo local fue desarrollada desde Chile por un equipo de co-diseño conformado por docentes y profesionales de diferentes áreas y niveles educativos. La etapa de trabajo internacional fue realizada por docentes de Colombia, Perú, Ecuador y Chile y tuvo como objetivo contextualizar las actividades a las características de los distintos territorios.



Como resultado de este proceso, se creó "Experimento Blended 4+, 8+ y 10+: Ciencias desde Latinoamérica", un programa de educación STEM+ en formato blended learning, inclusivo, con perspectiva de género y contextualizado a nuestra realidad y diversidad latinoamericana, que incluye 85 recursos educativos abiertos, agrupados en sets temáticos de energía, medioambiente y salud para estudiantes desde los 4 a los 15 años.





Más información en:
<https://cidstem.cl/experimento-blended/>



Video del proyecto:
<https://youtu.be/GXNYBcgTGSi>





Caso de aplicación

Experimento Blended: Ciencias desde Latinoamérica

Centro de Investigación en Didáctica de las Ciencias y Educación STEM de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

El diseño de estos recursos educativos se realizó sobre un marco de referencia que consideró los siguientes principios orientadores: relevancia del territorio, valoración de la diversidad, inclusión-accesibilidad cognitiva, perspectiva de género y visión de ciencia como actividad natural realizada por personas a través de diversos procedimientos. Todas las actividades se desarrollaron con base en un modelo de accesibilidad universal, para disminuir las barreras en el acceso al conocimiento y facilitar la participación de todas las personas.

Cada conjunto de recursos incorpora actividades para el trabajo directo del estudiantado; guías para facilitadores, correspondientes a quien acompaña el proceso de aprendizaje, incluida la familia; documento con alineación de actividades con los objetivos de aprendizaje de diferentes países de Latinoamérica; recursos audiovisuales complementarios; y fichas de autoevaluación.



Es un programa educativo STEM interactivo, que presenta experiencias de aprendizaje que posicionan al estudiante como protagonista e incluye estrategias para facilitar que niñas, niños y adolescentes latinoamericanos se sientan identificados y motivados a participar. A su vez, es un programa STEM de bajo costo, ya que todas las actividades propuestas sugieren materiales de fácil acceso y que pueden ser adaptados y reemplazados por otros que estén disponibles. Las características de estos recursos educativos permiten usarlos de diferentes maneras: como material digital o como material impreso, en color o en blanco y negro. Las diversas actividades y experimentos sugeridos están diseñados para favorecer los niveles de autonomía del estudiantado, considerando las habilidades dentro de su rango etario, así como el acompañamiento que pueden recibir en el contexto de educación a distancia.

Aunque este programa educativo sugiere el desarrollo de experimentos y procedimientos específicos, no se presentan como la única forma de aprender ni se asocian a una única respuesta correcta. En este sentido, el proceso de aprendizaje es mucho más importante que el resultado. El objetivo principal es que cada estudiante pueda contar parte de su vida cotidiana, cuestionar, analizar situaciones de su entorno, imaginar, probar, diseñar, conocer otras experiencias de vida, participar con sus ideas en la resolución de problemas y comprometerse con acciones que contribuyan a su comunidad.



El diseño de los recursos educativos consideró las características del entorno, la riqueza cultural y las problemáticas locales para brindar pertinencia y representatividad a quienes los utilizan. Entre los elementos incorporados se destacan la presentación de problemáticas e iniciativas sociales específicas de cada región latinoamericana, así como la inclusión de términos y expresiones propias de cada lugar para nombrar objetos, fenómenos o situaciones particulares. Esta personalización lingüística y cultural abarca desde costumbres locales, comidas representativas, hasta historias, personas y creencias características de cada contexto.

A partir de la experiencia de las instituciones que integran la Red STEM Latinoamérica, que conecta a diversos actores de los sistemas educativos latinoamericanos y su entorno, se ha evidenciado un creciente interés en educación STEM y un gran número de variaciones al concepto, integrando disciplinas artísticas (STEAM), humanidades (STEM+H), innovación social (STEM+IS), inclusión (I+STEM), género (STEM+G), creatividad (STEM+C), entre otras materias relevantes para la implementación de procesos educativos STEM (Lundell et al., 2023; Reiss & Filtzinger, 2023). Esto da cuenta de que el interés por la implementación de una educación STEM trasciende las barreras disciplinarias y promueve una educación integradora, que pone a los conocimientos, experiencias y herramientas de las disciplinas STEM en el centro, pero al servicio de problemáticas y desafíos que superan a las mismas disciplinas.

Doble integración STEM+: entre disciplinas y con el contexto

Desde la Red STEM Latinoamérica se propone transitar hacia un enfoque STEM+ en donde la integración disciplinar considere también otras áreas del conocimiento. En este contexto, algunos autores han propuesto la idea de una educación STEM transdisciplinaria, en la cual los elementos a considerar vayan más allá de las disciplinas académicas tradicionales. Así, la transdisciplina incorpora conocimientos locales o no académicos, para poner el foco en resolver problemas de mayor alcance y desarrollar una comprensión más profunda sobre aquellos desafíos que se sitúan en las intersecciones de los conocimientos disciplinares (Mobley, 2015). En este sentido, un enfoque STEM+ debe considerar una necesaria apertura disciplinar, que permita abordar temáticas complejas desde diversos ámbitos.

Estudios realizados en Latinoamérica han permitido identificar las tendencias y perspectivas de la juventud sobre sus procesos de formación, las que llevan a re-

flexionar sobre nuevas visiones relacionadas con la ciencia y la tecnología (Inostroza et al., 2020; Zapata & Carmona-Mesa, 2021). Así, una expectativa común, que se relaciona con el enfoque educativo STEM+, es que este debe responder a los desafíos sociales, ambientales y económicos de orden mundial, para implementar estrategias que den mayor protagonismo a los estudiantes e impulsen el desarrollo de las capacidades necesarias para resolver problemáticas de diversa índole en cualquier escenario.

Estas reflexiones se suman a los hallazgos de la Oficina Regional de Educación de América Latina y el Caribe de la UNESCO (2017), que invitó a jóvenes a participar en una consulta abierta para que expresaran la manera en que deseaban adquirir el conocimiento con miras al año 2030. En esta consulta, los jóvenes manifestaron su deseo de entender la organización de la sociedad, integrar diversos aprendizajes e incursionar en el mundo científico, desarrollarse como personas y formarse en valores, aprender a través de la práctica y la transformación, ser parte de una ciudadanía activa y desarrollar emprendimientos que estén en sintonía con el desarrollo sostenible y en los que puedan fortalecer su autogestión.

Los resultados de esta consulta de la UNESCO resaltaron también la necesidad que tienen los estudiantes latinoamericanos de adquirir un aprendizaje holístico y multidimensional, así como de contar con prácticas educativas que incentiven el desarrollo de las capacidades necesarias para ser agentes de transformación. Los estudiantes quieren aprender de manera diferente, en escenarios escolares y extraescolares que llenen sus expectativas y con mediadores que promuevan sus proyectos de vida (UNESCO - Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe, 2017).

Considerando el panorama anterior, el abordaje del enfoque STEM+ propuesto en este documento, convoca a docentes y profesionales de la educación a considerar a las Ciencias, la Tecnología, la Ingeniería, las Matemáticas y otras áreas disciplinares, como una oportunidad para generar propuestas curriculares que fomenten diálogos inter y transdisciplinarios, mediante prácticas educativas innovadoras. Esto se logra

a través de la integración de los conocimientos de diferentes procedencias, con base en las necesidades, problemáticas o potencialidades que se identifiquen en la escuela, la universidad y el entorno. Asimismo, el abordaje de este enfoque implica contemplar la integración con otras áreas del conocimiento, como por ejemplo las artes, las humanidades, la educación física, las ciencias sociales, competencias digitales y otros conocimientos no académicos sobre el territorio, tales como, conocimientos indígenas, saberes campesinos, técnicas y oficios tradicionales, historias y relatos tradicionales, entre otros. Así, las relaciones expuestas entre el enfoque STEM+ y otras áreas de conocimiento son propuestas que pueden ser evaluadas, en función del contexto y la temática a abordar. No es necesario que todas las actividades cumplan con cada una de estas relaciones, pero sí entender que existen posibilidades que no se agotan solo en las disciplinas del acrónimo.

En segunda instancia, además de una integración de conocimientos, la integración propuesta por este enfoque debe tener un componente claramente conectado con la realidad local y la vida cotidiana de los estudiantes. Esta integración con el mundo es mencionada en grandes marcos educativos internacionales (véase OECD, 2018a, 2018b; UNICEF, 2016) y es una condición necesaria de los proyectos STEM+, que pretenden poner en acción las competencias científicas en conversación con otras disciplinas y conocimientos. Esto requiere de una perspectiva educativa desde el territorio, basada en el lugar, que atienda desde las primeras edades a desafíos complejos que se presentan en el entorno de las instituciones educativas.

En este sentido, como parte de las estrategias de innovación educativa, son importantes los entornos que faciliten experiencias relacionadas con la participación de los estudiantes, la familia, el colegio y las comunidades de los territorios, no sólo para desarrollar competencias específicas (en áreas curriculares independientes), sino también habilidades transversales (ciudadanas y socioemocionales) y competencias del siglo XXI, para abordar los retos actuales y futuros. Lo anterior es especialmente relevante en Latinoamérica con su historia común de colonización. Oportunidades de educación STEM+ intercultural, inclusiva y pertinente a las rea-

lidades territoriales, son especialmente importantes, ya que el avance del paradigma científico en estos países está asociado a los procesos de colonización y la conformación de los estados naciones. Estos procesos históricos, muchas veces han marginado a algunos sectores, en desmedro de sus visiones de mundo y conocimientos locales, los cuales han quedado excluidos de un paradigma científico reduccionista. Esta situación está en la base de diversas problemáticas socio-ecológicas que actualmente afectan a los territorios de este continente, tales como la sobre explotación de los recursos naturales, problemas de escasez hídrica, postergación de prácticas de agricultura y estilos de vida ancestrales, entre otros conflictos vinculados al desarrollo económico y progreso que entran en conflicto con las comunidades locales. El alejamiento de los sistemas educativos, de las problemáticas locales, puede mermar el involucramiento activo en procesos de enseñanza, generar falta de motivación por el aprendizaje o la marginación de estudiantes de los sistemas educativos. No obstante, es clave y muy importante no caer en esencialismos, ni visiones simplistas de los pueblos originarios o del conocimiento local, sino más bien crear ambientes de diálogo horizontales y constructivos.

En este escenario, se plantea la interculturalidad como el conjunto de procesos relacionados y permanentes, de comunicación y aprendizaje entre personas, grupos, conocimientos, valores y tradiciones culturalmente distintas, orientadas a generar, construir y propiciar un respeto mutuo y un desarrollo pleno de las capacidades de los individuos por encima de sus diferencias culturales y sociales (Walsh, 2007). La interculturalidad se mira como una “interrelación igualitaria” que implica un reconocimiento y valoración positiva entre diferentes pueblos, personas y prácticas culturales que conviven e interactúan dentro de un mismo territorio. Esta interrelación abarca negociaciones e intercambios culturales en una vía múltiple que permite la construcción de espacios de encuentro no solo entre personas sino también entre sus saberes, sentidos y distintas prácticas (Walsh, 2010; Valarezo, 2019). Es crucial abrir la escuela a otros conocimientos locales, a la participación activa de otras organizaciones y miembros del entorno natural y social de los espacios educativos. El pasado colonial de Latinoamérica carga con una historia de poster-

gación y castigo a nuestros pueblos originarios, con la escuela como correccional del lenguaje y cosmovisiones locales. En las últimas décadas, esta postergación ha tomado un nuevo rumbo; en muchos países de la región se han implementado planes de educación intercultural o políticas de revitalización de la lengua y cultura de las primeras naciones del continente. Sin embargo, la idea de reducir este enfoque a una asignatura más del conjunto no es suficiente y en este sentido, la invitación que propone este marco STEM+ es a cruzar las oportunidades de diálogo horizontal. Se propone así, la creación de proyectos transversales que conecten distintas disciplinas, mediante la implementación de nuevas metodologías pedagógicas conectadas con el entorno natural y social para lograr aprendizajes pertinentes al territorio. De esta manera, las nuevas generaciones pueden repensar nuestras formas de relacionarnos, entre nosotros y con nuestro entorno, tomando en cuenta el gran potencial alojado en la memoria de nuestros pueblos. La figura 1, resume la importancia de esta doble integración, propuesta como eje central de este documento marco.

Esta doble integración transdisciplinaria, conduce a reflexionar sobre dos elementos importantes asociados a la transformación social en Latinoamérica: formación para la ciudadanía y fomento de territorios sostenibles. Estos dos aspectos se encuentran relacionados en la agenda 2030 construida por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura – UNESCO, que requieren un abordaje intencionado en los diferentes sistemas educativos, para que diversos actores y organizaciones contribuyan al logro de estos objetivos. En este sentido, la formación para la ciudadanía y el fomento de territorios sostenibles se vinculan también con el propósito de mejorar la calidad educativa en la región, lo que invita a movilizar nuevas prácticas educativas y ambientes de aprendizaje, que son los pilares de la transformación escolar. **Este documento marco propone a la educación STEM+ como un enfoque de alto potencial para atender de manera integrada a problemáticas complejas desde la escuela.** En el ejemplo a continuación, de una escuela en el sur de Chile se da cuenta de ello.

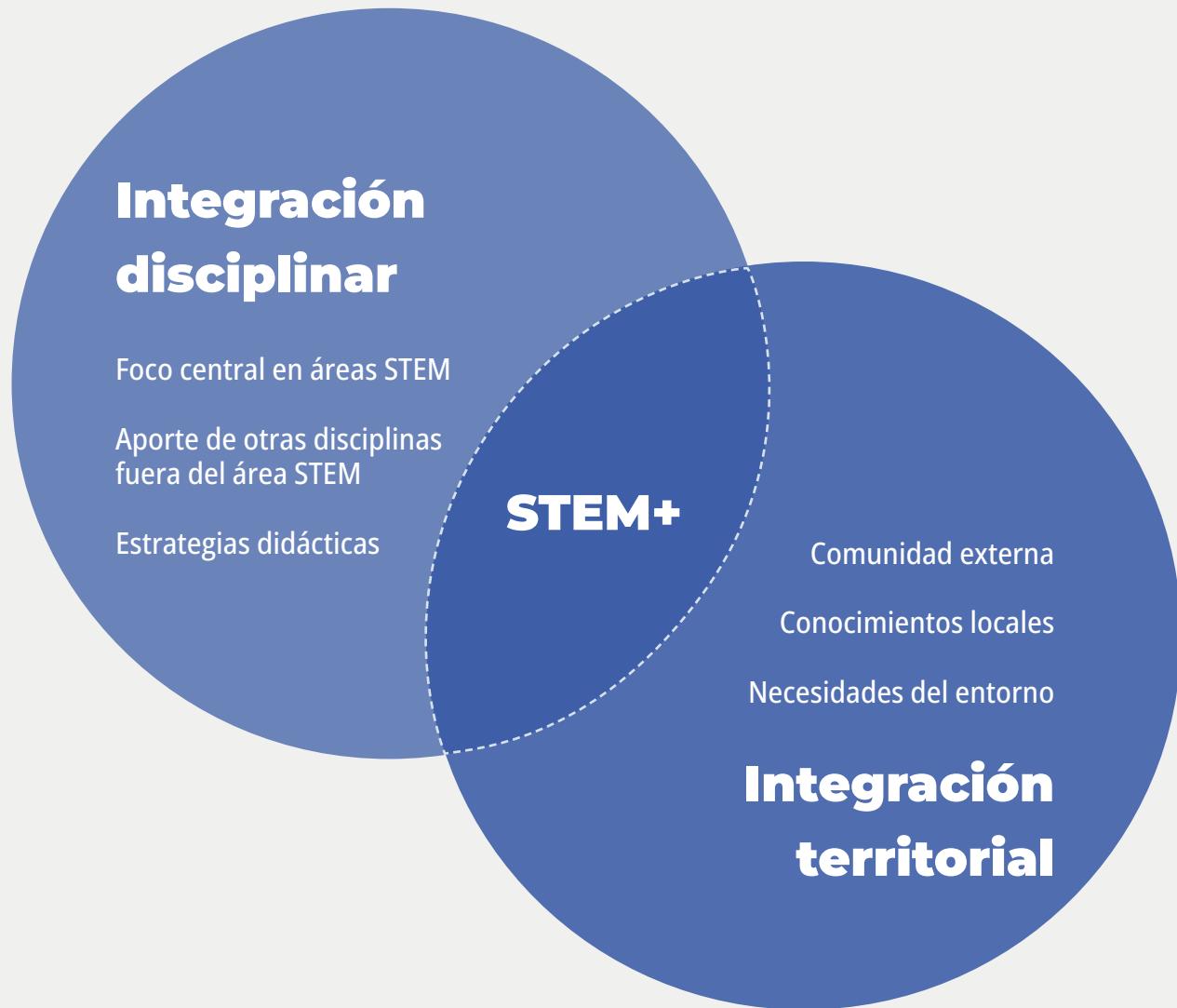
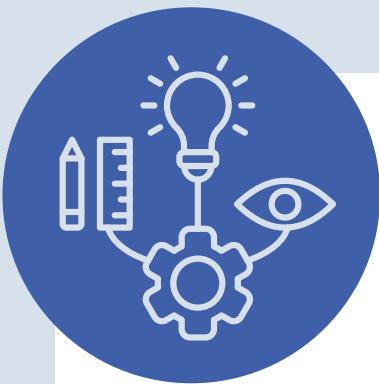


Figura 1

Propuesta integradora transdisciplinaria del Marco STEM+ (Fuente: elaboración propia)



Cuadro 1

Educación STEM+ para el Desarrollo Sostenible y Cambio Climático

Microbasurales en la comuna de Collipulli

En Chile, los microbasurales representan una creciente amenaza para el entorno natural y las comunidades locales. Estos pequeños vertederos clandestinos han proliferado en medio de la exuberante vegetación de plantaciones forestales, especialmente en la zona sur del país, representando un riesgo tanto para el ecosistema como para la salud de la población. La falta de acceso a tecnologías modernas y la creciente expansión de la industria forestal han exacerbado la problemática.

Ante este escenario, surgió una iniciativa innovadora con un objetivo claro: abordar la problemática de los microbasurales y generar un impacto sostenible en la Región de la Araucanía. La estrategia fundamental fue capacitar a las y los docentes del Colegio Lidia González desarrollando un enfoque educativo basado en proyectos, que integrará en el currículo la resolución de esta problemática. Más allá de detener la expansión de los microbasurales en las plantaciones forestales, el proyecto buscaba la participación activa de la comunidad en la identificación y solución de este desafío ambiental.

El proyecto tuvo un alcance amplio y estuvo dirigido a diferentes grupos, pero su foco principal estuvo centrado en docentes de primaria y los estudiantes de sexto y séptimo básico en la comuna de Collipulli. La formación de los docentes y la implementación de proyectos de aprendizaje basados en proyectos (ABP) para los alumnos fueron pilares fundamentales de la estrategia.





La temporalidad del proyecto se estableció para el segundo semestre de 2022, cuando se esperaba que la pandemia permitiera un retorno seguro a las actividades escolares. Se planificaron repeticiones posteriores con la esperanza de que esta iniciativa se convirtiera en un programa educativo continuo y sostenible en la comunidad.

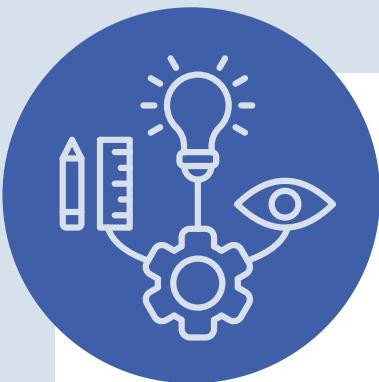


Más información en:
<https://centrodesarrollolocal.uc.cl/el-centro/cedel>



Video del proyecto:
<https://www.youtube.com/watch?v=iLFe5WOXoI0>





Cuadro 1

Educación STEM+ para el Desarrollo Sostenible y Cambio Climático

Microbasurales en la comuna de Collipulli

Se integraron objetivos curriculares de ciencias naturales, educación física, historia y ciencias sociales, lenguaje y matemáticas, para poder atender al complejo desafío social y ambiental en torno a los microbasurales urbanos. Los resultados del proyecto superaron todas las expectativas. La enseñanza se transformó en un proceso bidireccional, en el que los estudiantes no solo recibieron conocimientos de sus profesores, sino que también compartieron sus resultados y descubrimientos con la comunidad a través de métodos como el “Storytelling”.



Las actividades en las plantaciones forestales incluyeron la georreferenciación de los microbasurales, investigaciones exhaustivas y el muestreo de tierra para comprender la magnitud de la contaminación. Las muestras fueron analizadas por los mismos estudiantes en los laboratorios de la Universidad de Concepción (UdeC), una ciudad aledaña a la escuela, para evaluar la presencia de bacterias dañinas como la Escherichia coli.

Además, se llevaron a cabo entrevistas en la localidad y trabajo de campo en el territorio, involucrando a la comunidad en la ciencia ciudadana. Esto promovió una reflexión profunda sobre los riesgos de los microbasurales y las acciones necesarias para abordarlos. Se establecieron conversaciones constructivas con expertos forestales y autoridades municipales para garantizar una colaboración efectiva en la resolución de esta problemática.

Al capacitar a las y los docentes e involucrar activamente a los estudiantes y trabajar en el terreno, se logró un impacto duradero en la conciencia ambiental y en la resolución de problemas locales. Este enfoque integral demostró que la educación basada en proyectos y la colaboración con actores relevantes pueden marcar la diferencia en la preservación de los ecosistemas.



Este es un claro ejemplo de doble integración, por un lado un trabajo que convocó a diferentes disciplinas del currículum con un claro foco en STEM, pero al mismo tiempo una integración con las necesidades del territorio con una escuela abierta a atender a estas necesidades. En una segunda etapa del proyecto se elaborarán soluciones tecnológicas y propuestas para las autoridades de Collipulli, para atender a este problema, evitar la generación de incendios espontáneos y promover cambios en las prácticas de la población para evitar la generación de estos basurales urbanos.



Caracterización

del enfoque STEM+

Análisis de caso

Microbasurales en la comuna de Collipulli

El enfoque STEM+ no es una metodología en específico, es una mirada amplia, integradora e interdisciplinaria que cuestiona la división disciplinar y los roles de los diversos actores educativos, y puede ser implementada mediante diversas metodologías. En este sentido amplía la perspectiva tradicional de STEM, no sólo por incluir a otras áreas del conocimiento, como las artes, las humanidades o las ciencias sociales, sino que también, porque enfatiza algunas dimensiones que son relevantes de cara a las características y desafíos de nuestro siglo. Lo anterior se presenta en mayor detalle en a continuación en la Tabla 1.

Tabla 1

Caracterización del enfoque educativo STEM+ en comparación al enfoque STEM tradicional.
(Fuente: elaboración propia)

Dimensiones
del enfoque

STEM Tradicional

Integración de
disciplinas

El enfoque educativo STEM promueve el **fortalecimiento de las disciplinas que son parte del acrónimo (ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas)**, ya sea de manera **segregada -se fortalece cada una por separado-** a través de la interconexión entre dos o más disciplinas, o a través de la integración de éstas. Existen diferentes modelos teóricos que caracterizan las posibilidades de implementación de un enfoque educativo STEM, desde versiones exploratorias, muy segregadas, hasta otras “totalmente integradas” que se asemejan a lo que en este documento comprenderemos como STEM+.

Rol del contexto

Desde el enfoque educativo STEM tradicional, **el énfasis se centra en la enseñanza de conceptos y habilidades de cada disciplina y en su fortalecimiento**. En este modelo, el contexto en el que se produce la enseñanza o en el que se desarrollan estos conocimientos o habilidades puede no ser tan relevante. Si bien se promueve un vínculo con la vida cotidiana, este puede ser simulado o presentado de manera genérica.

Perspectiva
pedagógica y
didáctica

El enfoque educativo STEM tradicional se focaliza en que los estudiantes puedan desarrollar los conocimientos y habilidades específicas de las ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas. El enfoque STEM tradicional, **como perspectiva pedagógica, ofrece una oportunidad para el fortalecimiento de estas disciplinas en el currículo y su integración metodológica en el aula**, como también el consecuente aumento de interés sobre carreras profesionales y técnicas afines.

STEM +

El enfoque educativo STEM+ se fundamenta en la integración de los conocimientos, habilidades, actitudes, valores, experiencias y herramientas de cada una de las disciplinas del acrónimo, lo que se considera una condición necesaria. Además, **este enfoque propone la integración de otras disciplinas, como las artes, las ciencias sociales, las humanidades y también los conocimientos locales**. En lugar de promover su fortalecimiento de manera aislada, en este enfoque se promueve su integración en proyectos y tareas inter- o transdisciplinarias que abordan problemas del mundo real, que son tanto socialmente relevantes como importantes para la vida cotidiana de los estudiantes. La integración se entiende en más de un sentido: en lo disciplinar, como un gradiente que alcanza la transdisciplinariedad. En la integración de las estrategias didácticas propias de cada disciplina, y también en la estrecha vinculación de los procesos de enseñanza y aprendizaje con el contexto.

En el enfoque educativo STEM+ **el contexto es un elemento clave en el diseño e implementación de los procesos de enseñanza y aprendizaje**, ya que se promueve la integración disciplinar en el entorno social en el que viven los estudiantes. Se parte del reconocimiento del contexto, de la identificación de problemáticas concretas y relevantes, para desde ahí promover la reflexión sobre acciones específicas que se pueden desarrollar para afrontarlos y para generar soluciones creativas, situadas y pertinentes.

En el enfoque educativo STEM+, la escuela se concibe como parte de un ecosistema más amplio, en donde los contextos culturales, sociales e históricos no pueden separarse del ambiente de aprendizaje (Mineducación, 2021).

El enfoque STEM+ no se limita a una perspectiva puramente temática para el abordaje de las asignaturas STEM, sino que **promueve su integración en el entorno social, abordando el desarrollo y el fortalecimiento de competencias para la resolución de problemas reales, socialmente relevantes y pertinentes del contexto**. El enfoque educativo STEM+ se caracteriza por ser integrador, incluyente, colaborativo, contextual, activo y expandido (Mineducación, 2021). Puede ser comprendido como una perspectiva pedagógica orientada a la interdisciplinariedad, a la innovación educativa y a la integración curricular. Se basa en el uso de estrategias didácticas y metodológicas flexibles y centradas en el estudiante. Valora y atiende a la diversidad y promueve la participación activa de los estudiantes en el aula, a través del trabajo en equipo y la colaboración entre los estudiantes, sus familias y los demás integrantes del ecosistema educativo y sus contextos.

Dimensiones
del enfoque

STEM Tradicional

Rol del
estudiante

El estudiante tiene un rol activo en el aprendizaje, pero el **énfasis de este enfoque se basa en el logro y desarrollo de ciertos conocimientos y habilidades específicas, que son propias de cada disciplina.**

Se promueve el desarrollo de actividades que permitan a los estudiantes estar preparados para responder a los desafíos de nuestro siglo (de manera global), relevando la importancia de las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas.

Rol docente

El docente tiene un rol importante como profesional facilitador del aprendizaje, pero, al igual que en la dimensión anterior, el **énfasis del enfoque STEM tradicional está puesto en el desarrollo de los conocimientos y habilidades específicas de cada disciplina.**

Uso de
metodologías

Desde un enfoque educativo STEM tradicional se **promueve la implementación de metodologías activas** como Pensamiento de Diseño, Aprendizaje Basado en Proyectos -y otras- donde los estudiantes tienen un rol protagónico y clave, **pero sin considerar necesariamente el contexto y las problemáticas específicas que afectan al estudiantado** (a nivel local). Las metodologías son utilizadas para resolver cuestiones dentro de las mismas disciplinas o asignaturas.

STEM +

El estudiante es el protagonista del aprendizaje. Tiene un rol activo y clave en todo lo que ocurre al interior del aula –y fuera de ella– y es reconocido como un agente de cambio ante los diferentes desafíos que enfrentamos como sociedad. Se espera que los estudiantes trabajen en equipo, colaboren entre sí y comuniquen sus ideas. El diseño de los procesos de enseñanza y aprendizaje se basa en el reconocimiento de quiénes son los estudiantes, dónde viven, qué les ocurre, cuáles son sus temas de interés, entre otras preguntas relevantes. Se valora la diversidad (tanto de los estudiantes como de sus contextos) y se promueve su integración en cada una de las actividades propuestas.

Desde el enfoque educativo STEM+, **el docente participa desde su saber profesional e investigador como facilitador y orientador de los procesos de enseñanza y aprendizaje**, promoviendo la reflexión de los estudiantes, el interés por temas relevantes y su compromiso por resolverlos.

El docente tiene un rol reflexivo permanente, conoce a sus estudiantes y diseña experiencias de enseñanza y aprendizaje pertinentes y contextualizadas, que permiten la integración de los conocimientos, habilidades y actitudes de las distintas disciplinas en la resolución de problemas del mundo real que son importantes para su vida cotidiana. Promueve el trabajo en equipo, la colaboración entre pares, la participación activa de todos los estudiantes, de sus familias y de la comunidad educativa en general. Desde el enfoque educativo STEM+ el trabajo en red de los docentes es muy relevante para poder facilitar la reflexión colaborativa, la innovación educativa y los procesos de integración curricular. La colaboración docente permite compartir experiencias, recursos y estrategias didácticas, promoviendo así un enfoque más holístico.

Desde el enfoque educativo STEM+ **se promueve la implementación de metodologías activas, y el aprendizaje autónomo del estudiantado, pero además incorpora la relevancia de que su integración sea situada, reconociendo y valorando el contexto en el que se encuentran los estudiantes.** El enfoque STEM+ enfatiza su uso para la resolución de problemas reales y socialmente relevantes. El objetivo es familiarizar a los estudiantes con una visión holística de las disciplinas STEM (y otras) y fomentar su capacidad de agencia aplicada a su propia realidad, con vistas a las necesidades futuras de la sociedad.

Dimensiones
del enfoque

STEM Tradicional

Competencias
del siglo XXI

El enfoque educativo STEM tradicional **promueve el desarrollo de competencias que permitan a los estudiantes estar “mejor” preparados para enfrentar los desafíos de nuestro siglo y en adelante.** Esto se promueve **mediante el trabajo de conocimientos y habilidades que caracterizan a cada disciplina** (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas).

Ambientes de
aprendizaje

Desde un enfoque educativo STEM tradicional, **los ambientes de aprendizaje se caracterizan por ser activos y prácticos, pero el énfasis se centra en la enseñanza en el aula y en la formación de los estudiantes en las áreas STEM:** ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas.

Rol de la
comunidad

En el enfoque educativo STEM tradicional **no se explicita necesariamente el rol de la comunidad en los procesos de enseñanza y aprendizaje.** El foco está en los estudiantes y en el desarrollo de conocimientos y habilidades de las disciplinas que hacen parte del acrónimo.

STEM +

El enfoque educativo STEM+ promueve una visión más amplia, que no se limita al abordaje de los conocimientos y habilidades de las disciplinas propias del acrónimo, sino que **promueve el desarrollo de las competencias del siglo XXI, como la resolución de problemas, el pensamiento creativo, el pensamiento crítico, la comunicación y la colaboración**. Este enfoque incorpora y pone en valor el componente emocional como un factor relevante en el proceso de enseñanza y aprendizaje, a través del diseño e implementación de experiencias de aprendizaje inclusivas, experienciales y relevantes, que parten del reconocimiento de las características, saberes, intereses y contextos de cada estudiante. En el enfoque educativo STEM+ el desarrollo de competencias consiste en que los estudiantes aprendan a resolver problemas de forma autónoma, se involucren críticamente y los afronten con motivación y responsabilidad (Reiss & Fitzinger, 2023)

Desde el enfoque STEM+ **se espera que los estudiantes participen de ambientes de aprendizaje activos, flexibles, diversos, expandidos (más allá del aula) y colaborativos**; como talleres de fabricación digital (o Fab Labs), ferias científicas, aulas interactivas, experiencias en entornos naturales (salidas a terreno), laboratorios científicos y tecnológicos, proyectos comunitarios y distintos espacios que permitan el trabajo grupal, el aprendizaje activo, práctico, experiencial y la comunicación entre los estudiantes. En este enfoque, los ambientes de aprendizaje son más diversos debido a la integración de las experiencias y metodologías características de otras disciplinas, como las artes, las ciencias sociales y las humanidades.

El enfoque educativo STEM+ **reconoce, de manera explícita, el rol relevante que tiene la comunidad en los procesos de aprendizaje de sus estudiantes, proporcionando apoyos, conocimientos y recursos adicionales a los entregados en la escuela**. Desde este modelo, resulta relevante diseñar experiencias de aprendizaje que permitan la participación de la comunidad y la integración de sus saberes en el aula.

Considerando estas particularidades del enfoque STEM+, profundizaremos en la importancia del foco territorial y la integración de la comunidad en específico para Latinoamérica, considerando tanto el contexto global actual como las raíces históricas que comparten estas naciones.

Enfoque STEM+: Una necesidad para Latinoamérica ante la crisis climática

Desde organizaciones internacionales como la OECD, se ha masificado un mensaje respecto del atraso de la escuela en su adaptación ante la cuarta revolución industrial, con un foco orientado al desarrollo de competencias principalmente tecnológicas y computacionales, que permitan hacer frente a los nuevos desafíos digitales del mercado laboral (OECD, 2016). Esta visión, queda entrampada en rutas tecnicistas para abordar problemáticas que muchas veces requieren de una mirada más holística y compleja. El enfoque educativo STEM+, propuesto aquí para Latinoamérica, requiere superar esta mirada instrumental de la educación y proponer oportunidades para el desarrollo de la curiosidad, la creatividad y diversas habilidades que permitan imaginar futuros sostenibles, mediante la contextualización de las situaciones de aprendizaje al servicio del bien social (Pahnke et al., 2019). Lo anterior es un elemento fundamental que empuja el diseño y construcción de este marco.

Además, la realidad latinoamericana y su pasado histórico requieren hacerse cargo de las consecuencias que las miradas lineales de desarrollo y crecimiento económico han tenido sobre sus sociedades y ecosistemas, en términos de explotación de recursos humanos y naturales y de visiones cortoplacistas de desarrollo. La urgencia climática, requiere de una reacción rápida y oportuna de parte de los sistemas educativos, que permitan crear nuevas generaciones curiosas y creativas en sus

formas de afrontar los nuevos desafíos que nos presentará el mundo en los próximos años. El problema del cambio climático y el desarrollo sostenible, han probado ser desafíos complejos, que no pueden resolverse con enfoques tecnicistas o visiones lineales de la realidad, y que requieren de una actitud propositiva que rompa con las formas “tal cual se vienen haciendo”.

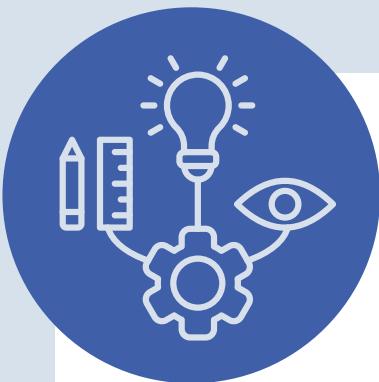
Son precisamente estas problemáticas, complejas y multidimensionales, las más importantes y prioritarias de resolver, en donde el rol humano en la relación con su entorno natural y social será clave para afrontar los desafíos de este siglo. Sin duda, el paradigma reduccionista de la ciencia tradicional ha generado una serie de beneficios sociales y, ha sido, parte fundamental del avance tecnológico de las sociedades modernas, pero, ha fallado en concretar formas de desarrollo ecológicas y sostenibles. Del mismo modo la escuela, desde sus orígenes, se ha unido a la idea de aprender por compartimentos, como una forma de organizar el conocimiento y ordenar los aprendizajes. Cada vez más esta manera de “dividir para entender” encuentra menos resonancia en la esfera social y pone en jaque la aplicabilidad de los aprendizajes escolares a la vida cotidiana de los estudiantes, generando así una pérdida de sentido respecto de la relación entre la escuela y su entorno.

Los grandes temas de la actualidad, como la crisis migratoria mundial, el cambio global, la resolución de conflictos socioambientales, las nuevas formas de organización económica, el desafío de la regeneración para la biodiversidad, la interacción social digital, la expansión de la inteligencia artificial generativa, la escasez hídrica, entre otros, requieren de una nueva relación del ser humano frente a la complejidad. Necesitan de miradas creativas, de pensamiento crítico, habilidades adecuadas para abordar la interculturalidad y lo diverso, actitudes que permitan navegar este complejo escenario con un horizonte de sentido y con herramientas para la construcción de formas de relación orientadas al bien común. El enfoque STEM+ promueve afrontar estas problemáticas poniendo a la ciencia integrada al servicio de estos temas, promoviendo la adquisición de herramientas para el abordaje de estas problemáticas con un foco local y una gradiente de complejidad creciente, proponiendo una

ruta educativa que ha de responder al reto de aportar a sociedades más conectadas y cohesionadas, que promueva ciudadanía participativa para la convivencia, para la paz.

El enfoque STEM+ apuesta por una opción educativa que supera la concepción tradicional del conocimiento científico y escolar, y propone a las instituciones pedagógicas la posibilidad de ser parte en la solución de los desafíos de sustentabilidad de su entorno cercano. De esta forma confiere, a las instituciones educativas un nuevo aire y un sentido social y ecológico. El enfoque educativo STEM+, si bien se posiciona a las instituciones educativas en el centro, requiere de ecosistemas educativos robustos, es decir, redes de actores y colaboradores activos, comprometidos y trabajando juntos en los desafíos de sustentabilidad en torno a las instituciones educativas. Este proceso no debe recaer exclusivamente en docentes y educadoras, sino que debe involucrar a toda la comunidad. A continuación, algunos ejemplos desarrollados en la zona central de Chile.





Cuadro 2

Educación STEM+ ante la crisis climática

Todos contra el fuego

En el Valle de Aconcagua, zona central de Chile, se ubica el Liceo Industrial Guillermo Richard Cuevas de San Felipe, donde surgió una experiencia educativa transformadora, impulsada por el pensamiento de diseño, y orientada a abordar problemáticas cruciales en la región. Este proyecto se llevó a cabo en colaboración con CIDSTEM, un centro de estudios en educación de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, y el acompañamiento formativo de The Index Project, ONG danesa experta en metodologías de pensamiento de diseño y la oficina regional de la Fundación Internacional Siemens Stiftung en Latinoamérica.

La región del Valle de Aconcagua enfrenta una escasez hídrica crónica y recurrentes incendios forestales. Dos desafíos apremiantes que requieren soluciones urgentes e innovadoras. En ese marco, nace “Todos contra el fuego”. Un proyecto interdisciplinario que tiene por objetivo encontrar formas de abordar la escasez hídrica y prevenir incendios forestales en la región, al tiempo que promueve la comprensión y aplicación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas.

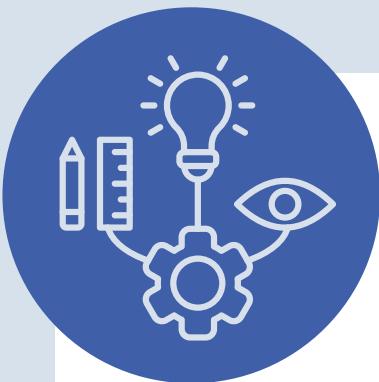
Los protagonistas de esta experiencia fueron estudiantes de tercer año de educación media técnica. La metodología que promovió el desarrollo del proyecto fue el Pensamiento de Diseño, desde donde se trabajó de manera híbrida, combinando elementos virtuales y presenciales para adaptarse al período de la pandemia y luego post pandemia.





Más información en:
<https://cidstem.cl>
<https://crea-portaldemedios.siemens-stiftung.org>





Cuadro 2

Educación STEM+ ante la crisis climática

Todos contra el fuego

El proceso comenzó con un período de capacitación docente en Pensamiento de Diseño para asegurar que las y los educadores estuvieran preparados para guiar a sus estudiantes en el enfoque de resolución de problemas y desafíos. Luego, se dio inicio a la fase de acompañamiento en la implementación de proyectos por parte de los estudiantes.

Los resultados de esta experiencia fueron notables. Los estudiantes, motivados por el deseo de hacer frente a los problemas que afectan a su comunidad, desarrollaron cuatro prototipos innovadores:

1 Sistema de reciclaje de aguas grises

Este proyecto abordó la escasez hídrica al diseñar un sistema de reciclaje de aguas provenientes de los lavamanos y otras fuentes de la Escuela. Esto permitió reutilizar el agua para riego y otros fines no potables, contribuyendo a conservar un recurso vital en una región afectada por la sequía.

2 “El carpintero que quería ser brigadista”

creación y elaboración de un libro educativo dirigido a concientizar sobre la importancia de los riesgos de los incendios forestales, su prevención y las medidas preventivas a tomar para evitarlos. Este libro está enfocado en estudiantes de educación primaria.

3 “Alto al fuego”

Diseño de un sistema de alertas tempranas para incendios forestales a través del prototipo de una aplicación móvil que proporciona información , permitiendo una respuesta más rápida y efectiva para combatirlos, salvar vidas y proteger el medio ambiente.

4 “Basurero Smart”

Muchas veces los incendios espontáneos se producen por la acumulación de microbasurales en sitios baldíos. De aquí la creación y diseño de un prototipo de basurero inteligente, que aporta a la gestión y compactación de la basura automáticamente al presionar un botón. Además, utiliza paneles solares para su funcionamiento, promoviendo la energía limpia y la reducción de residuos en su mínimo volumen.

En resumen, esta experiencia educativa , impulsada por el Pensamiento de Diseño, no solo generó soluciones innovadoras para problemas críticos como la escasez hídrica y los incendios forestales, sino que también empoderó a los estudiantes para transformarse en agentes de cambio en su comunidad. Al abordar problemas reales con un enfoque creativo, estos jóvenes demostraron que la educación puede ser una poderosa herramienta para el cambio positivo y la mejora de la calidad de vida en las comunidades locales.





2

La propuesta pedagógica-didáctica

para mediar un enfoque
STEM+

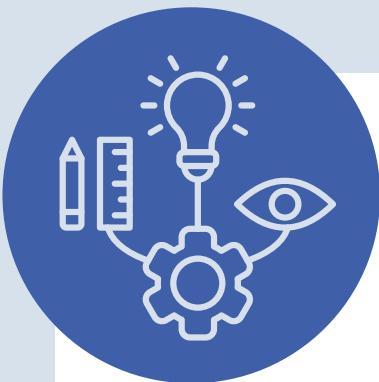
La propuesta pedagógica-didáctica del enfoque STEM+ no es sólo un enfoque orientado al futuro, tiene cimientos de más de un siglo de discusión en el ámbito pedagógico y no pretende ser tampoco un modelo basado en su novedad o completamente rupturista. Las bases constructivistas de este enfoque se vienen postulando desde 1909, cuando María Montessori escribió “El método de la pedagogía científica aplicado a la educación de la infancia”. En esa obra se propone la importancia del vínculo con el medio natural y social para desarrollar la curiosidad. El enfoque STEM+ se apoya, además, en la idea de una educación científica que supere las miradas instrumentales. Su foco no debe estar solo en manejar bien el método, o en el material científico y tecnológico (miradas tecnicistas), sino en promover miradas creativas que busquen develar las problemáticas de su propio entorno y que logren mover el estado actual de la realidad objetiva hacia nuevos paradigmas. Sólo de esta forma se podrá avanzar en una pedagogía transformadora. En otras palabras, la idea de no aprender sobre ciencias, sino que conectar con el “espíritu de las ciencias”, educando en el disfrute del proceso, en una búsqueda trascendente por el bien común (Montessori, 2013).

En una línea similar, John Dewey, en otro clásico de la pedagogía llamado “Educación y Democracia” (1916), hablaba del medio natural y social como el espacio pedagógico desde donde deberían comenzar los aprendizajes. Clásicos que hace más de un siglo comprendían la función social de la escuela, como un aporte para la construcción de conocimiento, que después continúa con la línea pedagógica constructivista Piagetana (Inhelder y Piaget, 1958). En esta última, se entiende el aprendizaje como un andamiaje que depende completamente de la realidad social y cultural de los estudiantes, elemento que está en la base de las carreras de pedagogía y en la formación pedagógica en todo el continente latinoamericano. El mismo pensamiento de la escuela constructivista de Piaget, desencadena en la escuela de pedagogía crítica, fuertemente arraigada al continente latinoamericano. Esta corriente fue impulsada por Paulo Freire desde los años 50 en América Latina, bajo el alero de la alfabetización crítica para una ciudadanía activa, que deja atrás el paradigma de la educación bancaria, o industrial -como lo menciona el autor-

para enfocarse en una alfabetización que permita la superación de la historia de opresión de este continente, y posibilite el imaginar nuevas formas de relación entre ciudadanos, que rompan con las narrativas y dispositivos hegemónicos, entendiendo el proceso educativo como práctica de la libertad (Freire, 1978).

Es así como la educación en cambio climático es, por tanto, un área particularmente importante y al mismo tiempo compleja del enfoque STEM+. Requiere un abordaje integral que conecte un siglo de desarrollo en pedagogía con los desafíos que nos presenta la evidencia científica sobre el futuro del mundo.

Por tal motivo, es necesario investigar y explicar, desde edades tempranas, cómo interactúan los diferentes impactos del cambio climático y trabajar para educar en el desarrollo de la agencia basada en las disciplinas STEM, como un aporte al desarrollo de comunidades más resilientes. La educación en cambio climático es, por tanto, necesariamente inter y transdisciplinaria, y el enfoque STEM+ es una vía para avanzar en su consolidación en Latinoamérica.



Caso de aplicación

Proyecto Educación en Cambio Climático Veracruz

Un ejemplo de la colaboración sectorial situada a partir del Territorio STEM+Clima

ECC Veracruz: Educación en Cambio Climático es un proyecto educativo interinstitucional conformado por un gobierno subnacional a través de la Secretaría de Educación de Veracruz y mediante los programas PASEVIC-Ciencia para Todos y Cambio Climático y Educación Ambiental y la sociedad civil (Fondo Golfo de México A.C. e INNOVEC A.C.), bajo el auspicio de la Fundación Internacional Siemens Stiftung y con el respaldo de la Oficina de Educación Climática de la UNESCO (OCE) y América Latina para Educación Climática (ALEC).

La idea del proyecto surge a raíz de la necesidad de aportar, desde la educación básica y el territorio STEM + Clima Veracruz en la comprensión al Cambio Climático desde una perspectiva de la mitigación y la adaptación local, a raíz de una intervención situada que surge de la propuesta de contenidos y materiales de la Oficina de Educación Climática (OCE) y la suma de capacidades en términos de conocimiento de los impactos del cambio climático, conocimiento de las metodologías que hacen posible su comprensión y una intervención educativa enfocada al desarrollo de proyectos con relevancia local y comunitaria.

El objetivo general del proyecto es desarrollar conocimientos y capacidades profesionales en docentes de educación básica (primaria y secundaria), para formar estudiantes en la comprensión del cambio climático, sus impactos y consecuencias, así como acciones para enfrentarlo en sus localidades, de manera comprometida, para el desarrollo de su capacidad de agencia.



Los resultados alcanzados durante el ciclo escolar 2023 – 2024 son los siguientes:

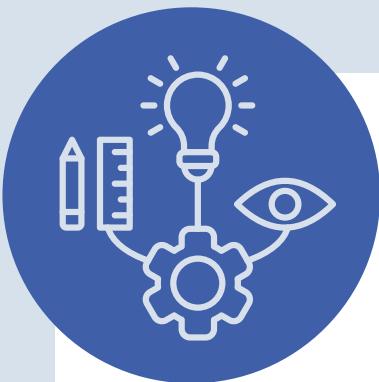
Realización de 9 talleres en 9 regiones del Golfo de México: Alvarado, Emilio Carranza, Gutiérrez Zamora, Nanchital, San Andrés Tuxtla, Tamiahua, Tuxpan, Veracruz puerto y Xalapa.

901 docentes capacitados que impactan a 33,300 estudiantes.



Más información en:
[https://cambioclimatico.sev.gob.mx/
Educación STEM Latinoamérica](https://cambioclimatico.sev.gob.mx/Educación%20STEM%20Latinoamérica)





Caso de aplicación

Proyecto Educación en Cambio Climático Veracruz

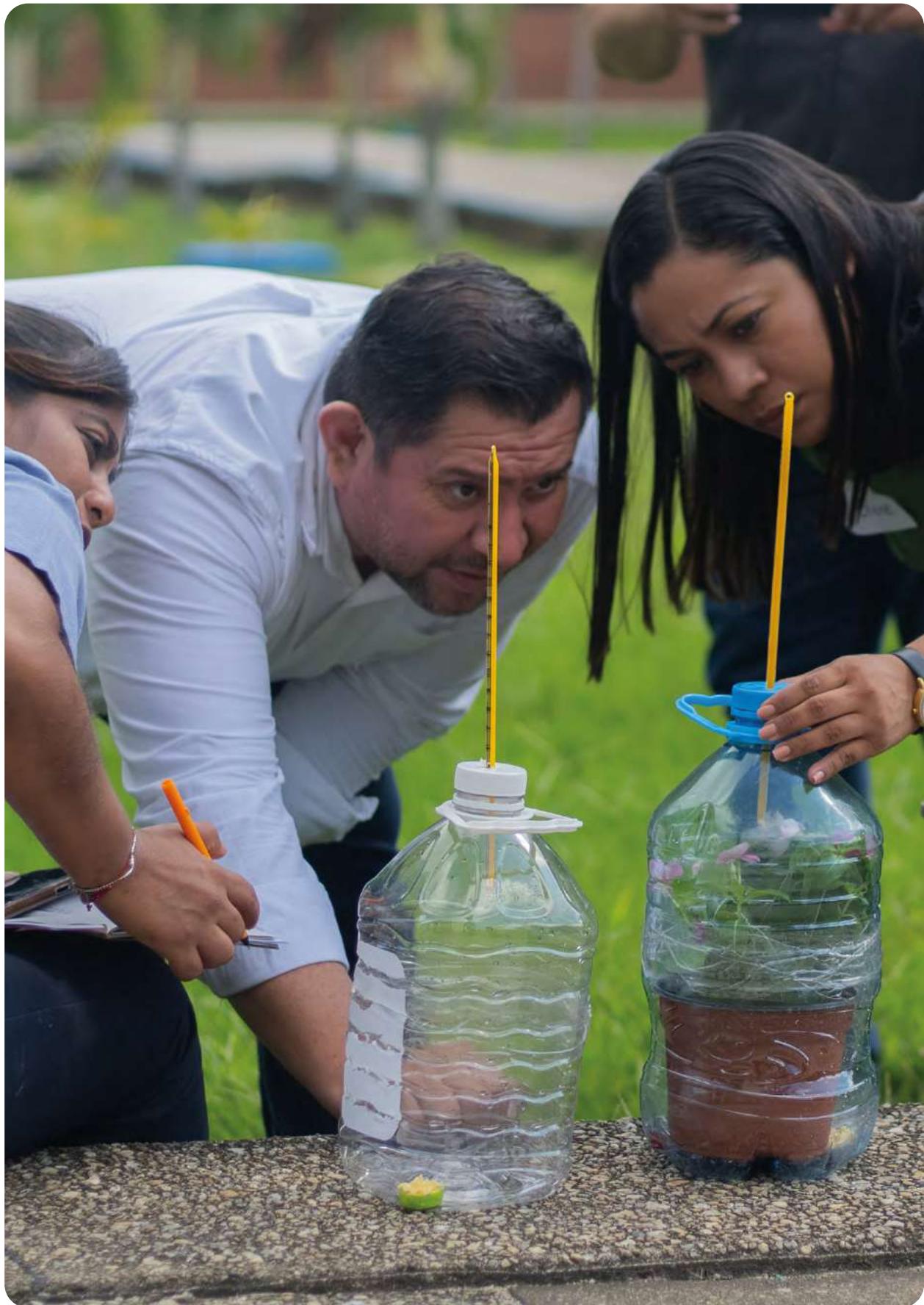
Un ejemplo de la colaboración sectorial situada a partir del Territorio STEM+Clima

Hasta abril de 2024 se han registrado 306 proyectos educativos en temáticas relacionadas con la reforestación, la limpieza de playas, la comunicación del cambio climático y la comunicación sobre la importancia de reducir la emisión de gases de efecto invernadero para estabilizar el clima.

Aprendizajes logrados e innovaciones generadas:

- Los docentes han manifestado gran interés en la réplica de los experimentos con los alumnos y el trabajo proyectos y en integrar el conocimiento aprendido en sus planes de estudio.
- Se cuenta con información de instrumentos de entrada y salida para documentar el aumento en la comprensión del cambio climático en la comunidad educativa participante.
- El proyecto ha permitido concretar el anhelo de los Territorios STEM para sumar esfuerzos institucionales y fomentar la colaboración de los tres sectores de la sociedad en torno a problemáticas territoriales específicas. De este modo, las entidades públicas gubernamentales (Secretaría de Educación de Veracruz), colaboran con entidades privadas (Fundación Internacional Siemens Stiftung) y organizaciones de la Sociedad Civil (Fondo Golfo A.C. e Innovación en la Enseñanza de la Ciencia A.C.)
- A las cinco instituciones que dieron origen al proyecto, se han sumado otros 10 aliados más, lo que pone en evidencia la relevancia del tema para diversos sectores de la sociedad.





Esta perspectiva de educación integral, que trasciende las casillas disciplinarias y que se conecta con los desafíos relevantes del entorno de las escuelas, implica una serie de retos, tanto para las instituciones educativas como para su contexto, en términos de gestión, formación pedagógica, recursos y una serie de costos de transición. **¿Cómo visualizar estos procesos?, ¿qué implica trabajar bajo un enfoque STEM+?, ¿cuáles son los principales desafíos que se presentan a la hora de su implementación? ¿qué experiencias existen?** Estas son sólo algunas de las preguntas necesarias de abordar para que este marco tenga también usabilidad práctica y sea un recurso valioso para docentes, educadoras, directivos, administradores de educación y hacedores de política, considerando que este es un desafío que se debe movilizar en red, mediante colaboraciones que eviten que todo el peso de la transformación recaiga en los docentes.

El marco educativo con enfoque STEM+ propuesto combina elementos clave para afrontar los nuevos desafíos sociales, ecológicos y de relación con nuestro entorno natural y cultural, a los que se enfrentarán las nuevas generaciones. Estos se resumen en el modelo de la figura 2.

Como se ve en el modelo, el gran aporte del enfoque STEM+ radica en la integración. Esta integración, representada en el centro de la figura, no solo conecta las distintas áreas disciplinarias, sino que conecta con las necesidades, prácticas y saberes del territorio y, además, propone una integración pedagógica-didáctica. En este sentido, la propuesta presentada en este marco, realizada a partir de la experiencia de los diversos actores de la Red STEM Latinoamérica, sugiere una triple integración pedagógica. Como describimos anteriormente, la integración disciplinar en armonía con la territorial es fundamental. La incorporación de las necesidades y saberes locales es un elemento clave para dar un sentido claro y contextualizado a las experiencias de aprendizaje y puede facilitarse si ampliamos nuestro repertorio de metodologías para la enseñanza y aprendizaje STEM+. En lo que sigue detallaremos las posibilidades didácticas que se abren mediante este enfoque, integrando metodologías científicas convencionales con otras estrategias

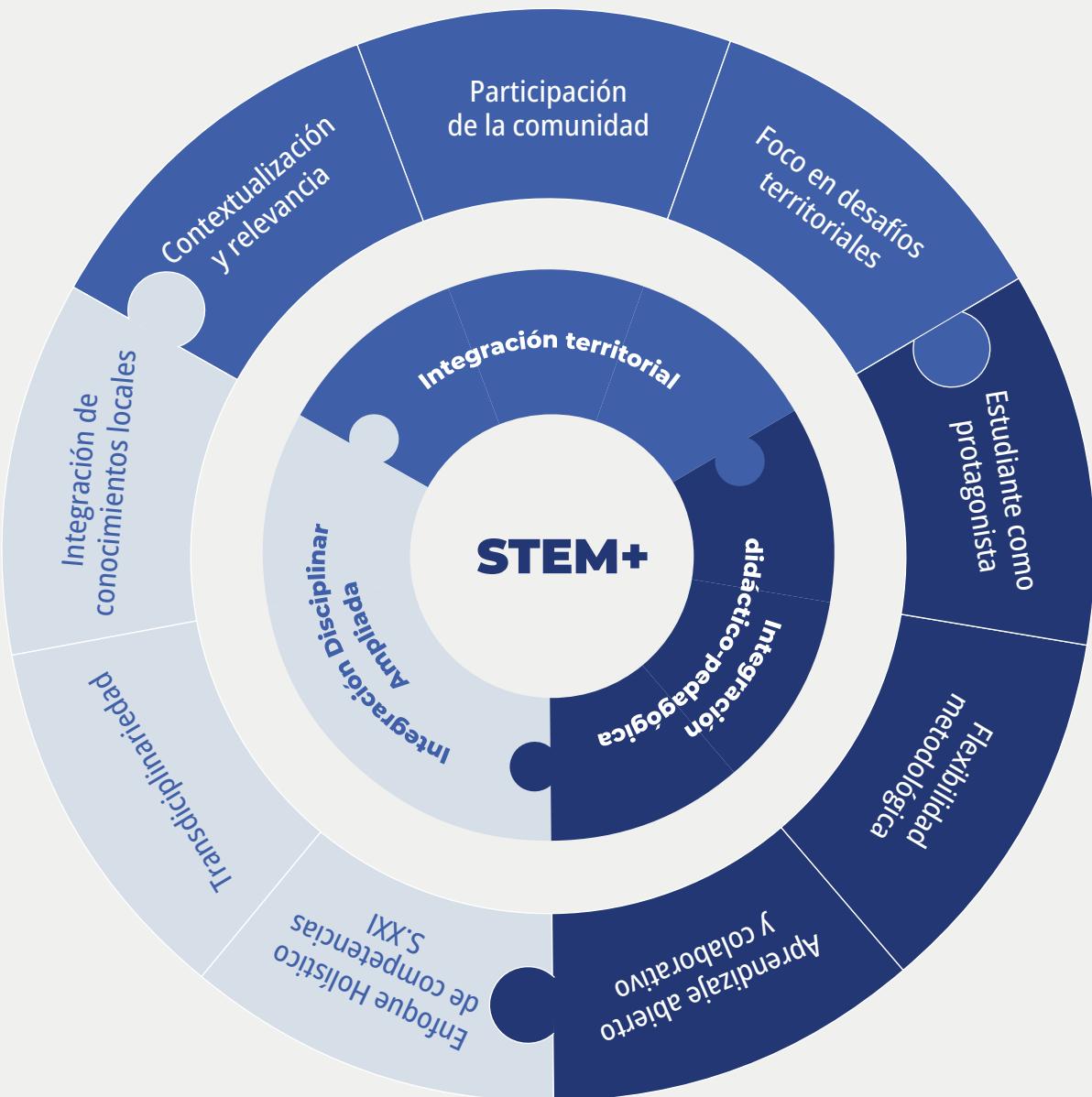


Figura 2

Modelo enfoque STEM+ (Fuente: elaboración propia)

pedagógicas y didácticas derivados de otras disciplinas. Todas estas metodologías son activas y permiten facilitar la implementación de procesos de innovación curricular con enfoque STEM+ en el aula.

Para esto existen metodologías o estrategias pedagógicas que promueven el aprendizaje activo, que rompen con los esquemas tradicionales de enseñanza y proponen alternativas a las dinámicas frontales, de transmisión, reiteración y cátedra arraigadas en los distintos niveles del sistema educativo. En la próxima sección se realiza una propuesta de metodologías activas para la implementación de procesos de enseñanza-aprendizaje STEM+.

Metodologías activas propuestas para la implementación del enfoque STEM+

Para entender cómo llevar a la práctica este tipo de iniciativas, es importante poder aterrizar este marco de integración de los aprendizajes a ejemplos concretos de metodologías activas, que rompen con los esquemas tradicionales de enseñanza basada en la transmisión directa. Existe poca evidencia de la implementación del enfoque STEM+ (STEM, STEAM, STEM+H, etc.) en Iberoamérica. Un valioso esfuerzo se publicó por Zapata & Carmona-Mesa, (2021), donde se establecen líneas para su implementación en contextos no formales, a partir de un amplio análisis documental, donde se da cuenta de que, aunque ha aumentado la presencia del enfoque STEM, no se aborda en profundidad. Considerando este aporte y la expertise presente en la Red STEM Latinoamérica, se obtuvieron lineamientos para esta sección, en la que se listan y describen diversas aproximaciones metodológicas para llevar a la práctica el enfoque STEM+.

A partir de una revisión de la literatura internacional relacionada con educación STEM+ y la experiencia de las instituciones participantes de las Mesas de Trabajo Regionales de la Red STEM Latinoamérica, se propone una clasificación de posibles metodologías didácticas pertinentes para la implementación de actividades y trayectorias de aprendizaje en este enfoque. Esta no es una revisión sistemática de metodologías pertinentes, sino más bien una forma de representar lo que actualmente significa una experiencia de aprendizaje STEM+ en la Red y brindar ejemplos de su implementación que puedan ser útiles para multiplicar su efecto en otros contextos, una tarea que está en el corazón de la Red STEM Latinoamérica.

Entonces, ¿qué metodologías se pueden utilizar para la implementación del enfoque STEM+? A continuación, se resumen una serie de planteamientos metodológicos que pueden ser útiles para llevar a la práctica el enfoque STEM+ a lo largo de la trayectoria educativa. Estas metodologías se traslanan y no son excluyentes entre ellas. La selección de las actividades a realizar y el conjunto de métodos a utilizar siempre estarán relacionadas con el contexto en el que se implementen, los conocimientos previos de los estudiantes y los objetivos a los que se atienda.

Este resumen es un ejercicio de clasificación, y como tal, crea límites entre metodologías, que son solo conceptuales, ya que estas no son excluyentes, pueden vincularse entre ellas, complementarse, e incluso utilizarse simultáneamente. Dependerá de la experiencia y manejo docente, la capacidad de ponerlos en práctica de manera complementaria y congruente a su realidad. A modo de resumen se presenta la figura 3, que contiene todas las metodologías descritas en esta sección y permite dar cuenta de la diversidad de estrategias posibles para la implementación del enfoque STEM+.

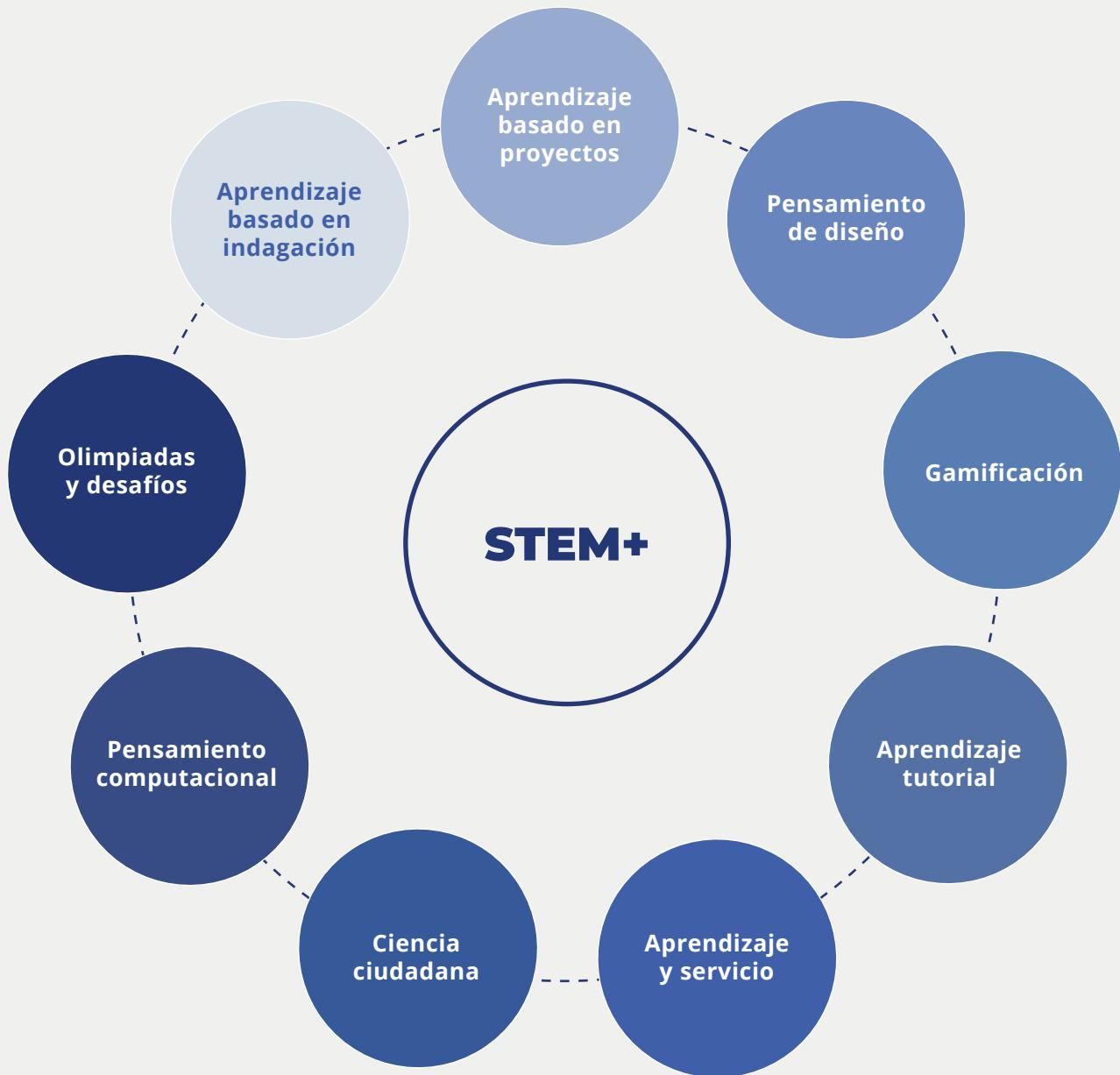


Figura 3

Metodologías para la implementación del enfoque STEM+ (Fuente: elaboración propia)

Aprendizaje basado en la indagación

Podríamos considerar esta metodología, como un primer paso clave para comenzar una etapa de innovación pedagógica STEM+. Este enfoque que promueve la enseñanza de las ciencias “con las manos en la masa”, de manera activa, con el objetivo de aprender haciendo, para una comprensión cabal de las temáticas científicas. Esfuerzos internacionales de larga trayectoria como los impulsados desde hace décadas por la Fundación internacional Siemens Stiftung y su programa Experimento, los diversos recursos desarrollados por la fundación francesa “La main à la pâte” (“Las manos en la masa”), que luego dio paso a la creación e implementación de la Oficina de Educación Climática (OCE), el esfuerzo dirigido por la Universidad de Chile a comienzos de los 2000 en una colaboración público-privada, con la implementación del programa de Enseñanza de las Ciencias Basada en la Indagación (ECBI), o el exitoso programa de la fundación “Haus der Kleinen Forscher” (“Casa del pequeño científico”) que impactó a más del 60% de los jardines infantiles de Alemania, con la intención de acercar un enfoque científico cercano y basado en la indagación.

Así como los ejemplos recién mencionados, existen muchas otras iniciativas que promueven la innovación en la enseñanza de las ciencias mediante metodologías basadas en la indagación. Estos programas, si bien de manera incipiente comienzan a promover la integración disciplinar, muchas veces no lograban superar un enfoque de laboratorio, en donde se promueve una enseñanza activa de las ciencias, pero no se propone una conexión con el territorio necesariamente, ni un carácter de trayectoria educativa que superara las restricciones temporales (1 o 2 horas pedagógicas) y espaciales (por lo general en contexto de aula). Sin embargo, esta aproximación a la indagación científica puede ser un gran primer paso para que docentes y estudiantes se empoderen en su rol de científicos y puedan comenzar a tomar desafíos más exigentes, como los que promueve un formato de aprendizaje basado en proyectos.

Aprendizaje basado en proyectos (problemas / retos / desafíos)

La literatura da cuenta de diversas clasificaciones para diferenciar entre aprendizaje basado en proyectos (ABP), problemas, retos o desafíos (Brundiers & Wiek, 2013). Sin embargo,

más que fijarnos en sus diferencias, es preciso identificar sus aspectos en común, entre los que destacan involucrar a los estudiantes en tareas conectadas con la vida real y cotidiana de éstos, crear ambientes centrados en pequeños grupos de estudiantes con el docente en un rol de facilitador, procesar fuentes de información diversas, concentrar el esfuerzo evaluativo no solo en el rendimiento sino en el proceso formativo y en la auto percepción y la de sus pares (véase Zambrano et al., 2022).

Se tiende a realizar una diferencia entre aprendizaje basado en problemas y proyectos, los que coinciden en las características anteriores, pero se distinguen en su foco y en el nivel de involucramiento de los estudiantes. Mientras el primer tipo de actividades se centra en una comprensión profunda del fenómeno a estudiar, el segundo enfoque se concentra en el estudio de un caso específico. El primero implica investigar una situación problemática en términos generales, mientras que el basado en proyectos propone producir soluciones y resultados aplicables frente a problemáticas específicas de un contexto determinado (Guo et al., 2020), tales como problemáticas ambientales, problemas sociales del entorno, contaminación, cambio climático, entre otras.

En este sentido el aprendizaje basado en problemas no implica un aprender a administrar un proyecto en un contexto determinado, sino más bien propone desarrollar habilidades para organizar, priorizar y clasificar fuentes de información secundaria centrada en los intereses de los estudiantes (véase Stentoft, 2017). En este sentido, el foco del aprendizaje basado en proyectos propone la implementación de un plan de investigación en un contexto relevante para la institución educativa y sus estudiantes, mientras que el aprendizaje basado en problemas puede tener un alcance que supere el entorno cercano, sin necesidad de gestionar un proceso de investigación aplicada.

El aprendizaje basado en proyectos podría ser considerado como una de las herramientas metodológicas más eficaces para la implementación de proyectos STEM+ (Han, 2017), por su versatilidad, relación directa con el contexto y su potencial para producir investigación aplicada desde las primeras edades, aumentando a lo largo de la trayectoria educativa en su complejidad y sofisticación (véase Markula & Aksela, 2022). Estas metodologías, pueden ser aplicadas como trayectorias de aprendizaje y a lo largo del proyecto ir conectando con las diversas disciplinas que contemple, a la vez de ser espacio de realización de una

serie de metodologías complementarias de alcance temporal menor, que puedan aportar al proyecto desde su etapa de diseño, planificación, implementación, análisis y posterior comunicación de los resultados (véase Warr & West, 2020).

Podría considerarse también una forma de indagación científica en formato de secuencia educativa, que implica necesariamente el involucramiento activo de los estudiantes en el proceso de construcción de conocimiento localizado. Este tipo de metodología puede considerarse también como un conjunto de actividades de indagación científica para la consecución de un objetivo de investigación predefinido y relevante para la realidad local. Se vinculan también estas metodologías con proceso de aprendizajes basados en retos o desafíos, como una manera de presentar un problema de forma positiva, un desafío a solucionar. Para su resolución puede optarse por un proceso de investigación basado en fuentes secundarias, para aprender de la experiencia en otros contextos y proponer mejoras basadas en su investigación, o bien idear e implementar un proceso de investigación aplicada y localizado, para aportar con una solución pertinente a la realidad local (Wan et al., 2022). En este sentido, cuando se habla de aprendizaje basado en desafíos, va implícita la orientación hacia la solución y que la investigación no quede solo en evidenciar el problema, sino en generar una respuesta concreta basada en evidencia científica gestionada y generada por los estudiantes (véase Horikoshi, 2023).



Caso de aplicación

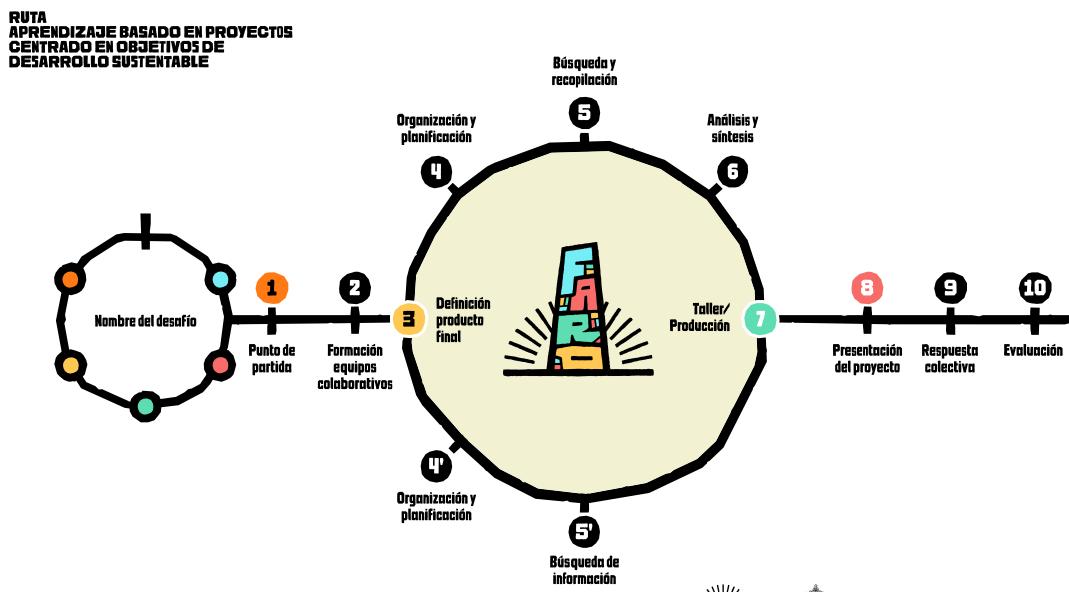
Faro de sustentabilidad

Herramientas y recursos para la implementación de aprendizaje basado en proyectos

El proyecto “Faro de Sustentabilidad: Iniciativa de Educación STEM para la Innovación” desarrolló una serie de recursos educativos abiertos e ideas para inspirar, idear, y comunicar proyectos de investigación científica escolar en torno a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) definidos por la Organización de Naciones Unidas, ONU.

A través de podcasts, infografías y cápsulas de audio con explicaciones sobre técnicas de investigación, “Faro de Sustentabilidad” entrega un completo set de herramientas para que profesores y profesoras apoyen sus clases con material pedagógico innovador basado en metodologías tales como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), Pedagogía Basada en el Lugar (PBL) y Pensamiento de Diseño. A través de ellos se busca fomentar el desarrollo de proyectos de investigación científica con pertinencia territorial, que desafíen a los estudiantes a buscar soluciones a problemáticas propias de sus territorios, vinculando las ciencias exactas con las ciencias sociales.

En el marco de este proyecto se desarrollaron una multiplicidad de productos educativos en diferentes formatos. Entre ellos videos que explican cómo crear instrumentos con materiales sencillos para documentar datos ambientales como la calidad del agua y la contaminación del aire. También, videotutoriales e infografías con apoyo para la construcción de desafíos locales basados en los ODS, mientras que a través de 55 cápsulas de audio se introduce a profesores y alumnos en técnicas de investigación científicas innovadoras para la exploración de sus territorios.





DE SUSTENTABILIDAD

INICIATIVA DE EDUCACIÓN STEM PARA LA INNOVACIÓN

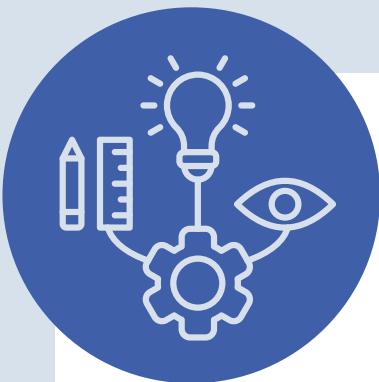


Más información en:
www.farodesustentabilidad.org



Video del proyecto
<https://youtu.be/0WmjHudBZzU>





Caso de aplicación

Faro de sustentabilidad

Herramientas y recursos para la implementación de aprendizaje basado en proyectos



El proyecto también incluyó la realización de la serie de Podcasts “Un Café con Futuro”. Diez capítulos en los que profesores de Perú, Colombia, Chile y México, que lideran y/o han participado en experiencias educativas inspiradoras y transformadoras, compartieron sus experiencias educativas, y el cómo han logrado interesar a sus estudiantes en la educación científica a pesar de los contextos de vulnerabilidad social en los que enseñan.

En la web www.farodesustentabilidad.org se pueden descargar gratuitamente todos estos materiales, existen propuestas de trayectorias para la implementación de proyectos e ideas para la incorporación de los objetivos de desarrollo sustentable al aula, con un enfoque orientado a solucionar desafíos reales incorporando metodologías de pensamiento de diseño.





Pensamiento de diseño

Otra herramienta transversal para la implementación de experiencias de aprendizaje STEM+ es el pensamiento de diseño (Li et al, 2019). Este enfoque se relaciona directamente con la educación STEM+ por su finalidad orientada a la solución de desafíos reales, promoviendo una directa conexión con la vida cotidiana de los estudiantes y generando capacidades de resolución de problemas pertinentes a las particularidades del contexto en el que éstos se desarrollan (véase Dotson et al, 2020).

El pensamiento de diseño propone una serie de pasos orientados a la creación de una solución tangible ante un desafío con un usuario, contexto y problemáticas bien definidas. La ONG, “The Index Project” creó una guía para docentes con distintas actividades divididas en las etapas de ideación, planificación, prototipado y producción¹. Estas pueden ser combinadas con secuencias de aprendizaje basado en proyectos, con una orientación más clara hacia la creación de productos y soluciones que surjan desde un proceso claro y sistemático de investigación STEM+. Estos enfoques pueden ser puestos en práctica desde edades iniciales y permiten facilitar, tanto la integración de conocimientos disciplinares en torno a un reto, como la integración con el mundo real y la vida cotidiana de los estudiantes.

Desde el año 2020, a partir la colaboración de “The Index Project” con la Fundación Internacional Siemens Stiftung y otros socios regionales de la Red STEM Latinoamérica, se ha implementado un programa de formación de formadores en metodologías de pensamiento de diseño aplicadas a la escuela en Chile, Perú y México. La importancia de un enfoque que promueva el diseño de ideas originales, contextualizadas y basadas en ciencia, ha sido muy bien recibido por las comunidades docentes y ha dado espacio para la incorporación del contexto escolar a las actividades pedagógicas. Otro ejemplo interesante de la incorporación de pensamiento de diseño en edades escolares el impulsado por el grupo de investigación Atarraya² desde la Universidad de los Andes en Colombia, con proyectos especialmente enfocados en el biodiseño, tienen una larga trayectoria acompañando a grupos escolares en la implementación de proyectos que diseñen soluciones inspiradas en la naturaleza para atender a desafíos locales.

¹ INDEX (s.f.) Educación del diseño para mejorar la vida, Guía para el profesor, recuperado de <https://crea-portaldemedios.siemens-stiftung.org/design-thinking>

² <https://atarraya.uniandes.edu.co/>

Aprendizaje basado en juegos (Gamificación)

Así como existen experiencias orientadas a lidiar con problemáticas de la vida real, también existe la posibilidad de implementar procesos de aprendizaje basados en la simulación y el juego. Literatura sobre la gamificación, o en otras palabras la incorporación del juego como experiencia de aprendizaje es abundante y ha crecido mucho en los últimos años (Swacha, 2021).

Al describir este enfoque se pueden clasificar estas experiencias de diversas formas, juegos colaborativos, juegos de roles, competencias o desafíos (Manzano-León et al., 2021). Superar niveles, adquirir puntos, recompensas, premios, la creación de rankings, son algunos de los mecanismos detrás de estas metodologías. Tras la revisión sistemática de estudios quasi-experimentales en el área, la literatura indica un impacto en la motivación, el compromiso, el logro académico, la participación, la entretenición y el desarrollo de competencias científicas como algunas de las ventajas de este tipo de enfoques (Manzano-León et al., 2021).

Por otra parte, cada vez más los ambientes de entretenimiento pueden apoyarse en la tecnología para la mejora de la experiencia, el desarrollo de juegos para el aprendizaje, el desarrollo de habilidades de colaboración y la diversión pueden amplificarse en estos ambientes. Sin embargo, es importante utilizar ésta como un apoyo y no un fin en sí mismo. Debe de cuidarse que la incorporación de tecnologías no vaya en desmedro de la conexión con la vida cotidiana de los estudiantes y el desarrollo de competencias que luego puedan también aplicarse en contextos reales.

Aprendizaje mutuo y tutorías entre pares

Lo anterior conecta también con la idea del aprendizaje tutorial entre pares. Muchas veces al lidiar con problemas concretos, relevantes y contingentes a la realidad de los estudiantes, se corre el riesgo de que el docente no sea un experto en la materia y que estas temáticas superen al ámbito de conocimiento del docente, poniendo en riesgo su rol de autoridad pedagógica. Ante esto, surgen metodologías de aprendizaje mutuo, donde el docente adquiere un rol de aprendiz, guiando procesos de investigación y aprendizaje

junto con los estudiantes, en un proceso altamente enriquecedor para ambas partes.

En este mismo sentido, se proponen metodologías que promuevan el aprendizaje entre pares, esto es, por ejemplo, mediante clases invertidas, en donde estudiantes toman el rol de docentes para ahondar en una temática, o también metodologías de mentoría en donde estudiantes de años superiores acompañen en el proceso de aprendizaje a otros estudiantes más pequeños y desarrolleen también la capacidad de formar a otros en temáticas que ellos manejan. Ejemplos, investigación y recursos para la implementación de esta metodología pueden encontrar en el sitio web de la iniciativa Tutorías entre Pares de América (TEPA)³, con ejemplos en Honduras y Nicaragua o la experiencia de las tutorías entre pares de Educación 2020 en Chile⁴.

Este proceso requiere de una actitud de humildad y una posición epistemológica sofisticada del docente, a la altura de los desafíos del siglo XXI. En donde las habilidades relevantes de desarrollar deben estar en el área procedural e interdisciplinaria, entendiendo que el proceso de construcción de conocimiento es tan relevante de aprender como los contenidos mismos, y que sólo formando nuevas generaciones que confíen en su capacidad de crear ideas novedosas y soluciones, es que se podrá hacer frente a las problemáticas actuales. Entre algunos de los principios de esta metodología, está la idea de romper con las jerarquías educativas, entendiendo que los estudiantes también pueden enseñar, promoción de la autonomía, habilidades de comunicación y metacognición, y compatibilizar aprendizajes académicos con aprendizajes valóricos que incorporen una perspectiva de género o intercultural.

Aquí otro marco referencial altamente pertinente con estas metodologías, es el desarrollado por la OECD, titulado “Learning compass 2030”⁵. Este detalla con algunos ejemplos la importancia de un aprendizaje que incorpore acción, reflexión y anticipación, considerando conocimientos, actitudes, habilidades y valores clave para el siglo XXI. Algunos ejemplos de experiencias realizadas por socios de la Red STEM Latinoamérica se encuentran disponibles en videos y documentos en el portal web, y pueden ser una buena referencia para la innovación pedagógica STEM+.

³ <https://tepa.educacion2020.cl/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20Tutor%C3%ADa%20entre%20Pares,to-do%20aquel%20que%20quiere%20aprender>

⁴ <https://www.educacion2020.cl/que-hacemos/tutoria-entre-pares/>

⁵ <https://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-and-learning/learning-compass-2030/>

Metodologías basadas en la comunidad: ciencia ciudadana, aprendizaje y servicio

El aporte que los estudiantes puedan realizar a la comunidad científica o a actores específicos de su entorno es tan importante como la promoción de la colaboración entre pares y entre educadores y estudiantes. En la potencialidad de este aporte es donde coinciden dos metodologías de alta relevancia para la implementación del enfoque STEM+: la ciencia ciudadana y el aprendizaje y servicio.

Estas metodologías se han popularizado en los últimos años, pues le dan a la experiencia educativa una importancia que trasciende a la escuela mediante actividades que son un aporte para la comunidad en el entorno de ésta. Los enfoques de ciencia ciudadana conectan a los centros educativos con el circuito de estudios científicos a nivel regional o global. Son experiencias de aprendizaje que levantan datos relevantes de su entorno cercano para ser compartidos con una comunidad mayor. A través de una serie de plataformas virtuales, y respetando ciertos protocolos, se puede compartir la información recolectada con una comunidad científica mayor y así aportar a la creación de conocimiento de una manera descentralizada. Muchos museos de ciencias e instituciones de educación no formal utilizan estas metodologías, las cuales poco a poco van ingresando a la educación formal, como una forma de mantener contacto con el mundo científico y darle un sentido de trascendencia mayor a las actividades de indagación científica realizadas (Hecker et al., 2018). Un ejemplo de esto se puede ver en Colombia, con la experiencia del museo Maloka, que ha incorporado estas metodologías para el trabajo con públicos escolares⁶.

Se puede escuchar también el ejemplo de un docente en Nacajuca, México, en el podcast “Un café con futuro” en donde explica cómo trabajaron en el desarrollo de una aplicación llamada “Naturalista”, para recolectar de manera descentralizada datos ciudadanos de existencia de especies, inspirados en la aplicación iNaturalist, un desarrollo internacional que permite realizar ciencia ciudadana desde las escuelas⁷.

⁶ <https://maloka.org/noticias/ciencia-ciudadana-ciulab-laboratorio-de-ciudad-y-cultura-ciudadana-universidad-del-rosario/>

⁷ El programa completo puede ser escuchado en el siguiente enlace: https://open.spotify.com/episode/1bo43L-S449wllR0zAjZTEK?si=0IekViuyRq-oU06_exStew

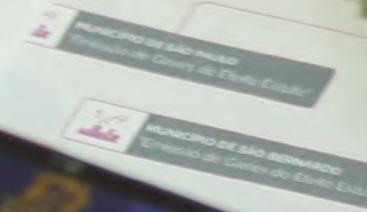
Por otro lado, en una escala local, metodologías de Aprendizaje y Servicio (A+S) también han ganado terreno en el enfoque STEM+, al establecer una relación de colaboración entre el establecimiento educativo y un socio comunitario. En este proceso de investigación con foco STEM+ se busca aportar a solucionar una necesidad de este socio comunitario. En este sentido, toda la secuencia de enseñanza-aprendizaje, se vuelca a trabajar en colaboración en búsqueda de realizar una contribución real y tangible basada en ciencia.

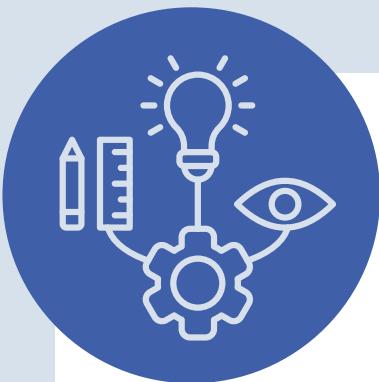
Son metodologías de aprendizaje activo, que buscan poner en práctica las experiencias educativas en un contexto real, aportando al compromiso social, pensamiento crítico, resolución de problemas, trabajo en equipo y desarrollo de la agencia de los estudiantes implicados (Furco, 2011). Otro ejemplo de acercamiento de las escuelas a su entorno natural y social es el que nos brindan los mapas interactivos de cambio climático (MICA), que desarrolló tecnologías con mapas que utilizan realidad aumentada, para acercar la investigación científica sobre cambio climático a las escuelas, promoviendo un trabajo territorializado y orientado a la solución de problemáticas locales, tal como se resume en el siguiente caso de aplicación.

MARCA 03

VÍDEO ESTACIÓN METEOROLOGICA
Y... el Clima hoy es el momento de las comunicaciones de información y que ponen en valor de su Poder.

MICA





Caso de aplicación

MICA

Mapa Interactivo del Cambio Climático

Para entender el impacto y efecto del Cambio Climático en diversas zonas de Latinoamérica, se desarrolló el proyecto MICA. Recursos interactivos con los cuales niños, niñas y jóvenes pueden aprender a interpretar los efectos del Cambio Climático en sus territorios, así como también, entender lo que sucede en otras partes de Latinoamérica.

MICA es un kit que provee mapas desplegables en papel, aplicaciones para celulares y tablet con textos, videos, audios, imágenes, objetos 3D y enlaces a información sobre las problemáticas asociadas al Cambio Climático. Estos materiales educativos impresos, virtuales y de realidad aumentada pueden utilizarse en clases presenciales y en contextos de aprendizaje a distancia, de forma combinada o individual.

El proyecto nació en 2018 como una iniciativa de colaboración multidisciplinaria con propósitos comunes del Instituto de Geografía, el Centro COSTADIGITAL y CIDSTEM, todos relacionados con la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso en Chile. En su primera etapa, MICA desarrolló el mapa de la Región de Valparaíso, Chile. Luego, en el marco de la “Iniciativa Educación STEM para la Innovación”, coordinada por la Fundación Internacional Siemens Stiftung con el cofinanciamiento de Siemens Caring Hands, el equipo se abocó a ampliar, diversificar el proyecto y desarrollar un Kit. Actualmente el Kit MICA contiene mapas de Chile, regiones de Valparaíso y La Araucanía; Colombia, Departamento de Antioquia; Perú, Región Gran Lima-El Callao; México, Estado de México, Ciudad de México y Brasil, región Metropolitana de São Paulo.



Los mapas fueron construidos con data y tecnología de alta calidad y la mirada de educación blended para la diversidad de contextos de educación, resolución de 300 dpi, y están pensados para poder ser desplegados virtualmente e impresos con cualquier tipo de impresora. MICA invita a aprender y mirar en detalle lo que sucede en territorios afectados por el Cambio Climático, y a aportar data para un ejercicio dinámico de cartografía activa desde y con los participantes de los espacios educativos y de la ciudadanía.



El kit incluye un conjunto de 24 secuencias o módulos de aprendizaje co-diseñados por el equipo de expertos y profesores de escuelas de Brasil, Chile, Colombia, Perú y México, que se sumaron al proyecto de recopilar datos y problemas visualizados en los mapas y aplicaciones, cuyas fuentes están especificadas en cada uno de los documentos. MICA también incluye seis aplicaciones tecnológicas gratuitas disponibles para Android y seis para iOS, con material multimedia para que el usuario participe de una experiencia inmersiva de realidad aumentada, imagen-video 360° y diferentes escenarios virtuales. La propuesta de MICA se enmarca en la línea de trabajo Aprendizaje Situado en el Territorio y Alfabetización Científica Crítica como enfoques rectores, en tanto, fomenta el pensamiento crítico en la vida cotidiana al fomentar un ejercicio participativo y consciente de parte de la ciudadanía.

Actualmente, en colaboración con el Campus Villarrica de la Universidad Católica de Chile, se trabaja en el desarrollo de estaciones de monitoreo ambiental en base a Arduino y trayectorias de aprendizaje climático para docentes. La idea es incorporar nuevas herramientas para la toma de datos descentralizada por parte de las escuelas, y proponer trayectorias educativas que incorporen diversas disciplinas, con un enfoque STEM+.



Más información en:
<https://specto.pucv.cl/aplicaciones-mica/>



Video del proyecto
https://youtu.be/rnH62HB_xAM



Pensamiento computacional y modelación matemática

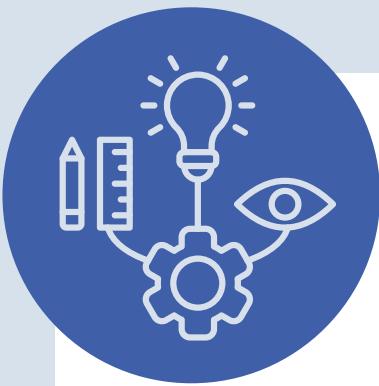
Otra metodología tradicionalmente asociada con la educación STEM+ es el pensamiento computacional y la modelación matemática. En palabras de Carmona Mesa et al. (2020):

“La modelación matemática contribuye al establecimiento de relaciones entre las matemáticas y otras disciplinas. En ese sentido, para que la modelación favorezca la integración disciplinar no se puede agotar en experiencias rígidas ni en la construcción y manipulación de representaciones matemáticas, (Molina-Toro, Villa-Ochoa y Suárez-Téllez, 2018), sino que se deben considerar los roles del fenómeno modelado, de los recursos utilizados para la construcción del modelo y los de quienes modelan.”

En otras palabras, la modelación matemática puede permitir el uso de simulaciones computacionales, basadas en modelos matemáticos, para aprender de un fenómeno y luego aplicar esto a su contexto relevante. En este sentido, es una herramienta útil para el desarrollo de experiencias STEM+ de corta duración, las cuales pueden ser integradas a secuencias de aprendizaje en donde la experiencia simulada se conecte con el mundo y permita extrapolarse a su propia realidad.

Vinculado con este tema existe también toda una línea de desarrollo de metodologías STEM+, vinculadas al mundo del pensamiento computacional. Aquí existen intersecciones con el mundo de la robótica educativa y el aprendizaje de lenguajes de programación desde edades tempranas. Existen métodos de desarrollo del pensamiento computacional offline, que permiten entender la lógica detrás del código, entendimiento de secuencias lógicas, creación y seguimiento de patrones o ejercicios de codificación, que acercan a los estudiantes al desarrollo de este pensamiento. Un ejemplo de este tipo de estrategias se puede obtener de los recursos desarrollados por la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia, que se describe en el siguiente caso de aplicación.





Caso de aplicación

El caso desarrollado en la Universidad de Antioquia

Fomento de la Educación STEM a partir del Pensamiento Computacional

A raíz de la pandemia del Covid-19 y los retos que presentó para los sistemas educativos, la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia, a través del proyecto Fomento de la educación STEM a partir del Pensamiento Computacional, buscó identificar y sistematizar el estado del pensamiento computacional como un recurso metodológico y objeto de estudio en la enseñanza de la educación en América Latina. Además de diseñar Recursos Educativos Abiertos (REA) para fomentar su aplicación en el aula, cuatro webinars de divulgación sobre Pensamiento Computacional y dos módulos virtuales para que docentes de América Latina se capaciten en su enseñanza.

El proyecto tiene como punto de partida un análisis documental del desarrollo y desafíos de integrar el Pensamiento Computacional en la educación primaria y secundaria de América Latina; este análisis fue publicado en la Revista de Educación a Distancia. Entre las diferentes conclusiones de este punto inicial, se resalta el identificar las necesidades y desafíos por ser abordados a través del desarrollo de Recursos Educativos Abiertos -REA- y la importancia de continuar ampliando las discusiones de la temática en la región, en cuanto son limitados los estudios que examinan el desarrollo e integración del Pensamiento Computacional en el ciclo educativo escolar.

Sobre la base del análisis documental, el equipo interinstitucional coordinado por la Universidad de Antioquia redactó el documento de posición: "Integración del Pensamiento Computacional en la educación primaria y secundaria en Latinoamérica: una revisión sistemática de literatura", que sintetiza las discusiones y reflexiones del panel "Discusión latinoamericana sobre la integración del Pensamiento Computacional en el Sistema Escolar", realizado en julio de 2021, integrado por diez expertos de nivel latinoamericano e internacional. Este documento fue publicado en español, portugués e inglés.



A partir de las comprensiones derivados del análisis documental y el documento de posición, se desarrollaron seis Recursos Educativos Abiertos para primaria y secundaria, con sus correspondientes materiales complementarios para ser aplicados en el aula, además de dos módulos de aprendizaje autónomo para introducir a profesores a la enseñanza del Pensamiento Computacional, orientados al desarrollo docente en educación STEM y pensamiento computacional. Se trata de recursos interactivos para educadores, disponibles en el Centro de Recursos Educativos Abiertos (CREA), enlace en el que se podrá descargar el documento de posición y los paquetes de actividades para primaria y secundaria por separado.

El material se complementa con una serie de cuatro webinars (incluido uno en portugués para profesores y estudiantes de Brasil) sobre contenidos prácticos para el abordaje de esta temática y sus metodologías en la educación STEM.



Descarga de materiales:
<https://crea-portaldemedios.siemens-stiftung.org>



Más información y video del proyecto
https://youtu.be/Q_Weo2NUJ34



Hay mucha tecnología orientada al desarrollo del pensamiento computacional y en el caso de las experiencias STEM+ se recomienda integrarlas a la vida cotidiana de los estudiantes, utilizando estas herramientas para producir soluciones reales de automatización como aporte a su entorno o para mejorar la comunicación de los resultados de investigación de un proyecto mayor.

Olimpiadas y desafíos STEM+

Finalmente, y relacionado también con el enfoque centrado en tecnología y computación, se encuentran las olimpiadas, hackáthones y concursos en educación STEM+, que pueden ser también oportunidades atractivas para promover el compromiso de los estudiantes con sus territorios y aumentar la motivación con el aprendizaje, cuando este es aplicado a problemáticas regionales e involucra el intercambio con otros pares interesados en estas temáticas.

Las Olimpiadas de educación STEM, congregan a representantes de distintos establecimientos educativos, temáticas comunes relacionadas con el desarrollo sostenible (ODS) abordando problemáticas de los territorios de sus participantes. Suelen realizar eventos donde se reúnen las distintas iniciativas, presentan sus resultados y comparten experiencias. La vivencia de competir en estos eventos de gran escala, puede ser un incentivo para muchos estudiantes, además estos eventos pueden enmarcarse en organizaciones internacionales, lo que les permite conocer otros contextos y compartir con estudiantes de otros países. En este sentido, las “Olimpiadas STEM”, propuestas desde la Red STEM Latinoamérica, comienzan en Bogotá y se instalan como una estrategia integral de gran impacto que apunta a aprendizaje activo, construcción de ciudadanía, solución de problemas y propuestas de participación ciudadana desde la escuela para con la comunidad en sus diversos contextos, esta iniciativa se expandirá a otros territorios para seguir avanzando. En el caso de aplicación se muestra un ejemplo de lo sucedido en Bogotá, para tener mayor detalle de esta metodología.

Así como las Olimpiadas, existen encuentros de cultura “maker” basados en innovación tecnológica y creatividad (véase Jia et al, 2021). En la región ha ido creciendo el número de “maker spaces”, que son espacios para construir prototipos, mezclando herramientas

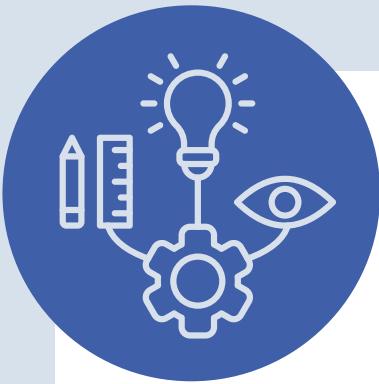
de diseño digital, impresoras 3D, cortadoras láser y técnicas más tradicionales de taller de carpintería para idear soluciones pertinentes a los desafíos locales. Ejemplos de esto se pueden observar en São Paulo, en donde se implementaron una serie de salas maker en distintas escuelas y se desarrolló un curso de seis módulos de auto aprendizaje, que apoya a docentes en la planificación e implementación de un espacio STEM en su unidad educativa⁸.

Un punto importante en este tipo de recursos, es no centrar la atención en la tecnología o en la competencia, sino que en el impacto y la pertinencia que estos pueden generar o tener en su entorno inmediato, entendiendo estas instancias como una oportunidad para aprender y mejorar las ideas presentadas inicialmente.

Estos ejemplos resumen el aporte de la Red STEM Latinoamérica en el desarrollo teórico-práctico de un enfoque ampliado de la educación STEM hacia STEM+ y un aprendizaje basado en métodos científicos de investigación y resolución de problemas. Se presentan diversas buenas prácticas contextualizadas desde un contexto educativo real y orientado al desarrollo de habilidades y competencias del siglo XXI. Además, se trata de ejemplos de un enfoque educativo humanista e intercultural que orienta hacia una educación que se desarrolla en absoluto respeto desde los territorios según las necesidades y desafíos identificados por las personas e instituciones integrantes, lo que brinda a los estudiantes una educación desafiante, vinculada con su entorno y mundo real.

La red se continuará formando y desarrollando en un proceso dinámico y colaborativo, aspirando siempre a cumplir con los criterios más altos de calidad y contenidos educativos.

⁸ Más información sobre la iniciativa y el acceso al material educativo en <https://educacion.stem.siemens-stiftung.org/creatividad-e-innovacion-en-espacios-steam-de-sao-paulo/>



Caso de aplicación

Olimpiadas STEM

una estrategia replicable en los Territorios STEM Latinoamérica

Bogotá, la capital de Colombia, se declaró Territorio STEM en julio de 2021, con el objetivo de fortalecer las competencias en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) en niñas, niños, adolescentes y jóvenes. Esta iniciativa, liderada por la Secretaría de Educación del Distrito, une esfuerzos con diversos actores educativos de la ciudad para fomentar experiencias colectivas de aprendizaje en estas áreas de conocimiento.

Para 2024, con el Plan de Calidad Educativa 'Una educación que te responde', se ha propuesto asegurar una educación que se adapte y pueda satisfacer las necesidades de cada estudiante del sistema educativo de Bogotá, por lo que se ha hecho necesario avanzar en el diseño o fortalecimiento de estrategias pedagógicas que puedan estar en capacidad de contribuir al cierre de brechas, para este caso, en ciencias y matemáticas. El objetivo es que para 2027, el 100% de los colegios oficiales de Bogotá muestren un avance de al menos un punto en el puntaje global de las pruebas Saber 11 (Examen de Estado), en comparación con los resultados de 2023.

Por lo anterior, las Olimpiadas STEM Bogotá, se han redimensionado y se conciben actualmente como una estrategia pedagógica que promueve el desarrollo de competencias científicas y matemáticas, al igual que fomenta el desarrollo de habilidades analíticas, pensamiento crítico y la capacidad de resolución de problemas, primordiales para el desempeño y trayectoria académica de los estudiantes.

En un contexto donde Bogotá ha experimentado un aumento significativo de los efectos del cambio climático en la última década, con eventos extremos como alertas por calidad del aire, incendios forestales y sequías, las Olimpiadas STEM en 2024 han tomado como tema central la educación para el cambio climático. Para abordar esta realidad, esta estrategia pedagógica ha puesto especial énfasis en el desarrollo de competencias científicas que les permitan a los estudiantes comprender los procesos climáticos, interpretar datos científicos y tomar decisiones informadas, para que puedan actuar de manera responsable frente a las cuestiones socioambientales que enfrenta la ciudad.

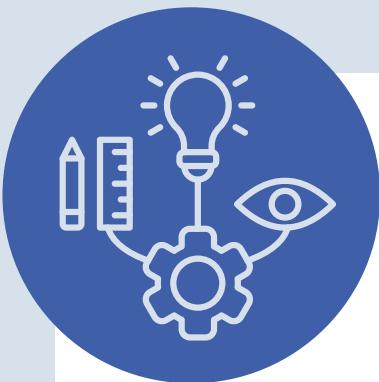


Más información:
<https://www.redacademica.edu.co/olimpiadasstem>



Videos del proyecto
[Portal Educativo Red Académica - Olimpiadas STEM](#)





Caso de aplicación

Olimpiadas STEM

una estrategia replicable en los Territorios STEM Latinoamérica

La Secretaría de Educación del Distrito, en colaboración con el Instituto UNNO del Parque Científico de Innovación Social de UNIMINUTO, a través de la implementación de esta estrategia pedagógica, brindan acompañamiento en el aula a los estudiantes con talleres, charlas, mentorías por expertos y retos enfocados en la modelización científica. Además, apoyan la creación de Recursos Educativos Abiertos (REAs), donde los docentes trabajan en conjunto para crear materiales que respondan a las necesidades de su contexto escolar.

Para participar en las Olimpiadas STEM, los colegios inscriben a sus cursos, que comprenden aproximadamente 40 estudiantes, desde 1º hasta 11º grado, en alguna de las siguientes categorías: preinfantil (1º a 3º), infantil (4º a 5º), junior (6º a 9º) y juvenil (10º a 11º). Cada categoría enfrenta un gran reto relacionado con los siguientes temas: cuidado de la biodiversidad, interacción de los seres vivos con los ecosistemas, problemáticas ambientales locales y modelización científica para la adaptación al cambio climático. Los estudiantes participan desde su aula y colegio, los mejores, tras un proceso de evaluación, podrán asistir al segmento competitivo denominado "Olimpiadas a la Ciudad", donde se reconocerán los tres mejores equipos de cada categoría.

Las Olimpiadas STEM en cifras:

- En 2024, las Olimpiadas STEM se están implementando por tercer año consecutivo. Gracias al redimensionamiento y la nueva propuesta metodológica, se ha logrado ampliar la cobertura de estudiantes impactados por esta estrategia pedagógica. Actualmente, participan 220 instituciones educativas distritales, con 822 cursos conformados por 12.757 niñas y 12.549 niños, para un total de 25.306 estudiantes.

Nota final: Las Olimpiadas STEM han tenido ya un impacto a nivel internacional. A través de la Red STEM de Latinoamérica, con el apoyo de la Fundación Siemens Stiftung, se ha realizado un proceso de transferencia del conocimiento y ciudades como Tlaxcala en México y Cochabamba en Bolivia ya están realizando sus Olimpiadas STEM. Próximamente otros territorios latinoamericanos emprenderán esta iniciativa.





Referencias



Bybee, R. W. (2013). The case for STEM education: Challenges and opportunities. National Science Teachers Association.

Borde, B., Léna, P., & Lescarmontier, L. (2022). Education as a Strategy for Climate Change Mitigation and Adaptation. In M. Lackner, B. Sajjadi & Chen, W.Y. (eds). Handbook of Climate Change Mitigation and Adaptation. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-72579-2_149

Braund, M. (2021). Critical STEM Literacy and the COVID-19 Pandemic. *Can. J. Sci. Math. Techn. Educ.*, 21(2). 339–56. .

Brundiers, K., & Wiek, A. (2013). Do we teach what we preach? An international comparison of problem-and project-based learning courses in sustainability. *Sustainability*, 5(4), Article 4.

Carmona Mesa, J. A., Cardona Zapata, M. E., & Castrillón Yepes, A. (2020). Estudio de fenómenos físicos en la formación inicial de profesores de Matemáticas. Una experiencia con enfoque STEM.

Cheng, Y.C. & So, W.W.M. (2020). Managing STEM learning: a typology and four models of integration. *International Journal of Educational Management*, 34(6), 1063–1078.

Dewey, J. (1916). Democracy and Education. An introduction to the philosophy of education. Free Press.

Dentzau, M. (2014). The value of place. *Culture Studies of Science Education*, 9. 165–171.

Dotson, M.E., Alvarez, V., Tackett, M., Asturias, G., Leon, I. & Ramanujam, N. (2020). Design Thinking-Based STEM Learning: Preliminary Results on Achieving Scale and Sustainability Through the IGNITE Model. *Frontiers in Education*, 5(14). <https://doi.org/10.3389/feduc.2020.00014>

- Foster, N. (2023), "21st Century competencies: Challenges in education and assessment", in Foster, N. and M. Piacentini (eds.), Innovating Assessments to Measure and Support Complex Skills, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/3637901c-en>.
- Furco, A. (2011). El aprendizaje-servicio: Un enfoque equilibrado de la educación experiencial. Revista Educación Global, 64-70.
- Gonzalez, H. B., & Kuenzi, J. J. (2012). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: A primer.
- Guo, P., Saab, N., Post, L. S., & Admiraal, W. (2020). A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures. International Journal of Educational Research, 102, 101586.
- Han, S. (2017). Korean students' attitudes toward STEM project-based learning and major selection. Educational Sciences: Theory & Practice, 17(2). 529–548. <http://dx.doi.org/10.12738/estp.2017.2.0264>
- Hecker, S., Haklay, M., Bowser, A., Makuch, Z., & Vogel, J. (2018). Citizen Science: Innovation in Open Science, Society and Policy. UCL Press.
- Horikoshi K (2023) The positive education of challenge: innovative integration of challenge based learning and positive education. Frontiers in Psychology, 14. 1225122. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1225122>
- Inhelder, B., & Piaget, J. (1958). The growth of logical thinking from childhood to adolescence: An essay on the construction of formal operational structures (Vol. 22). Psychology Press.
- Inostroza, Á. C., Sarunic, C. I., Villarroel, R. J., & Hormázabal, M. S. (2020). ¿Educación STEM o en humanidades? Una reflexión en torno a la formación integral del ciudadano del siglo XXI. Utopía y praxis latinoamericana, 25(9), 177-196.

Jia, Y., Zhou, B. & Zheng, X. (2021). A Curriculum Integrating STEAM and Maker Education Promotes Pupils' Learning Motivation, Self-Efficacy, and Interdisciplinary Knowledge Acquisition. *Frontiers in Psychology*, 12, 725525. <https://doi: 10.3389/fpsyg.2021.725525>

Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), Article 1. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>

Lundell, J., Borde, B., Filtzinger, B., Hansen, H., Henke, N., Oberthür, J., O'Donnell, C., Pahnke, J., Pasquinelli, E., Sadadou, D., & Vogel, A.-C. (2023). How can networks help encourage the development and professionalisation of innovative early STEM Education in a changing world? *LUMAT-B: International Journal on Math, Science and Technology Education*, 8(1), Article 1. <https://urn.fi/urn:nbn:fi:hulib:editori:lumatb.v8i1.1988>

Manzano-León, A., Camacho-Lazarraga, P., Guerrero, M. A., Guerrero-Puerta, L., Aguilar-Parra, J. M., Trigueros, R., & Alias, A. (2021). Between Level Up and Game Over: A Systematic Literature Review of Gamification in Education. *Sustainability*, 13(4), Article 4. <https://doi.org/10.3390/su13042247>

Markula, A., Aksela, M. (2022). The key characteristics of project-based learning: how teachers implement projects in K-12 science education. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 4(2). <https://doi.org/10.1186/s43031-021-00042-x>

Ministerio de Educación Nacional (MINE) (2021). Visión STEM+. Educación expandida para la vida. Bogotá. Accesible en línea: <https://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/eduteka-explora-oei-men-vision-stem-2020.pdf>

Mobley, M. (2015). Development of the SETIS Instrument to Measure Teachers' Self-Efficacy to Teach Science in an Integrated STEM Framework. Doctoral Dissertations. https://trace.tennessee.edu/utk_graddiss/3354

Montessori, M. (1909). El metodo de la pedagogía científica aplicado a la educación de la infancia en las "Case dei bambini":(Casa de los niños). R. de SN Araluce.

Moore, T. J., Johnston, A. C., & Glancy, A. W. (2020). STEM integration: A synthesis of conceptual frameworks and definitions. En Handbook of research on STEM education (pp. 3-16). Routledge.

OECD. (2018a). PISA 2021 Mathematics Framework. OECD. <https://pisa2022-maths.oecd.org/files/PISA%202022%20Mathematics%20Framework%20Draft.pdf>

OECD. (2018b). The future of education and skills: Education 2030. OECD.

Pahnke, J., O'Donell, C., & Bascopé, M. (2019, diciembre 5). Using Science to Do Social Good: STEM Education for Sustainable Development. Position paper developed in preparation for the second. Second International Dialogue on STEM Education" (IDoS 2019), Berlin. www.haus-der-kleinen-forscher.de

Reiss, K., & Filtzinger, B. (2023). STEMplus:Base para la educación del siglo XXI. Siemens Stiftung.

Roehrig, G. H., Dare, E. A., Ellis, J. A., & Ring-Whalen, E. (2021). Beyond the basics: A detailed conceptual framework of integrated STEM. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 3(1), 11. <https://doi.org/10.1186/s43031-021-00041-y>

Ruiz, S. (2021). Educación en ciencias desde contextos culturales y ambientales diferenciados: contribuciones pedagógicas y didácticas a partir de las concepciones del profesorado de básica y media. [Tesis Doctoral Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Repositorio Institucional de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/26024/RuizCastilloSandraElvira2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Stentoft, D. (2017). From saying to doing interdisciplinary learning: Is problem-based learning the answer? *Active Learning in Higher Education*, 18(1), 51-61. <https://doi.org/10.1177/1469787417693510>

Stohlmann, M., Moore, T. J., & Roehrig, G. H. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 2(1), Article 1.

Suratno, S., Wahono, B., Chang, C. Y., Retnowati, A., & Yushardi, Y. (2020). Exploring a Direct Relationship between Students' Problem-Solving Abilities and Academic Achievement: A STEM Education at a Coffee Plantation Area. *Journal of Turkish Science Education*, 17(2), 211–224. <https://doi.org/10.36681/tused.2020.22>

Swacha, J. (2021). State of Research on Gamification in Education: A Bibliometric Survey. *Education Sciences*, 11(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/educsci11020069>

UNESCO. (2017). E2030: education and skills for the 21st century, report https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000250117_eng

UNESCO. (2019). Exploring STEM competences for the 21st century. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368485>

UNESCO. (2019). Cambiemos las mentalidades, no el clima: la función de la educación. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000266203_spa

UNESCO. (2020). ¿Qué se espera que aprendan los estudiantes de América Latina y el Caribe? Análisis curricular del Estudio Regional Comparativo y Explicativo (ERCE 2019). Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe (OREALC/ UNESCO Santiago). <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373982>

- UNESCO. (2022). Transformar-nos: marco para la transformación educativa basado en el aprendizaje socioemocional en América Latina y el Caribe. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000383816>
- UNICEF. (2016). Education 2030: Incheon declaration and framework for action: towards inclusive and equitable quality education and lifelong learning for all.
- Valarezo, G. (2019). Territorio, identidad e interculturalidad. (Serie Territorios en Debate N° 10). Primera edición Ediciones Abya-Yala. <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/57514.pdf>
- Walsh, C. (2000). Significados y políticas conflictivas. *Nueva Sociedad*, 65, 121-133.
- Walsh, C. (2007). Interculturalidad colonialidad y educación. *Revista Educación y pedagogía*, 48, Article 48.
- Walsh, C. (2010). Interculturalidad crítica y educación intercultural. *Construyendo interculturalidad crítica*, 75, 96.
- Wan, Z.H., So, W.M.W. & Zhan, Y. (2022). Developing and Validating a Scale of STEM Project-Based Learning Experience. *Research in Science Education*, 52, 599–615. <https://doi.org/10.1007/s11165-020-09965-3>
- Zambrano, M. A., Hernández, A., & Mendoza, K. L. (2022). El aprendizaje basado en proyectos como estrategia didáctica. *Revista Conrado*, 18(84), 172-182.
- Zapata, S. A., & Carmona-Mesa, J. A. (2021). Análisis documental sobre la educación STEM/STEAM no formal en la enseñanza de las ciencias y las matemáticas: El caso de Iberoamérica. En E. Serna (Ed.). *Revolución en la Formación y la Capacitación para el siglo XXI*. (pp. 452-470). Editorial Instituto Antioqueño de Investigación.

SIEMENS | Stiftung

CREA | El Portal de Medios para la enseñanza STEM



@educacionstemlatam



Educación STEM Latinoamérica



educacion.stem.siemens-stiftung.org



Red STEM Latinoamérica





Red STEM
Latinoamérica

educacion.stem.siemens-stiftung.org