

El Uso de la Ciencia para el Bien Social:

Educación STEM para el Desarrollo Sustentable

Traducción del [documento](#)

Using Science to Do Social Good: STEM Education for Sustainable Development

Autores: Janna Pahnke¹, Carol O'Donnell², Martin Bascopé³
Editor: Stiftung Haus der kleinen Forscher, Responsable: Dr. Janna Pahnke
Traducción: Fundación Siemens Colombia
Revisión: Martín Bascopé

Si usted tiene preguntas o comentarios sobre este documento, por favor remitirse a la siguiente dirección electrónica: forschung@haus-der-kleinen-forscher.de

Documento de discusión desarrollado en preparación para el segundo “Diálogo Internacional sobre Educación STEM” (IDoS) realizado en Berlín, del 5 al 6 de diciembre de 2019. Información adicional disponible en: www.haus-der-kleinen-forscher.de/en/international-dialogue-on-stem/

Por favor citar de la siguiente manera:

Pahnke, J., O'Donnell, C. & Bascopé, M. (2019). *Using Science to Do Social Good: STEM Education for Sustainable Development*. Position paper developed in preparation for the second “International Dialogue on STEM Education” (IDoS) in Berlin, December 5–6, 2019. See: www.haus-der-kleinen-forscher.de

Pahnke, J., O'Donnell, C. & Bascopé, M. (2019). *El Uso de la Ciencia para el Bien Social: Educación STEM para el Desarrollo Sustentable*. Documento de discusión desarrollado en preparación para el segundo diálogo internacional sobre educación STEM (IDoS) en Berlín, del 5 al 6 de diciembre de 2019 (traducción). Ver en www.haus-der-kleinen-forscher.de.

Los socios de la conferencia 2019:



bajo el patrocinio de la
Comisión alemana
para la UNESCO

¹ Director científico, Coordinador de la división de investigación y monitoreo de la Fundación Haus der kleinen Forscher, Alemania

² Director, Ejecutivo Senior, Smithsonian Science Education Center, EE. UU

³ Profesor asistente, Pontificia Universidad Católica de Chile, Campus Villarrica, Chile

Extracto

La Educación STEM para el Desarrollo Sostenible aliente a los niños y jóvenes a aprovechar sus competencias STEM y el proceso de la ciencia como una base clave para una acción razonable en nuestro mundo. El conocimiento, las habilidades y la comprensión de los fenómenos de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas pueden ayudar a los estudiantes a comprender problemas globales y apoyar acciones en la sociedad que aborden estos desafíos de una manera significativa y basada en el conocimiento.

La orientación de las acciones individuales hacia ciertos valores explícitos y reflexivos nos permite actuar localmente de tal manera que también asumimos la responsabilidad del mundo que nos rodea. Los niños deben ser considerados actores activos en cuestiones de investigación y sostenibilidad y deben ser alentados a convertirse en buscadores y solucionadores de problemas en sus propias localidades.

En este espíritu, las ofertas de Educación STEM para el Desarrollo Sostenible (Educación STEM4SD) deben orientarse hacia los siguientes **principios rectores**:

- Promover el aprendizaje basado en la indagación y el pensamiento y la práctica científica.
- Fomentar la enseñanza activa y centrada en el estudiante, que permita un aprendizaje exploratorio, orientado a la acción, reflexivo y transformativo.
- Reforzar un enfoque sistémico que se centre en el desarrollo del plantel educativo en su conjunto y también considere el papel de la administración a nivel escolar, estatal o gubernamental.
- Fomentar el pensamiento autónomo y la acción responsable que se lleva a cabo en el contexto del alumno e involucra el entorno social y natural de la institución, brindando la oportunidad de implementar y experimentar cambios reales en la comunidad de los alumnos, incluso a pequeña escala, lo que luego fortalece su capacidad de agencia.
- Ser compatible con la actitud y los objetivos del desarrollo sostenible.
- Fortalecer la argumentación a partir de la razón y basada en la evidencia, que reconoce la complejidad, promueve la diversidad de opiniones y fomenta la reflexión crítica de los valores.
- Empoderar a las generaciones presentes y futuras para usar las habilidades de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) y razonamiento reflexivo para resolver problemas complejos de sostenibilidad.

Extracto de: Pahnke, J., O'Donnell, C. & Bascopé, M. (2019). El uso de la ciencia para el bien social: Educación STEM para el Desarrollo Sustentable. Documento de discusión desarrollado en preparación para el segundo diálogo internacional sobre educación STEM (IDoS) en Berlín, del 5 al 6 de diciembre de 2019 (traducción). Ver en www.haus-der-kleinen-forscher.de.

El Uso de la Ciencia para el Bien Social: Educación STEM para el Desarrollo Sustentable

Documento de discusión desarrollado en preparación para el segundo “Diálogo Internacional sobre Educación STEM” (IDoS) realizado en Berlín, del 5 al 6 de diciembre de 2019.

Versión Dec. 6, 2019

I. Resumen

Este artículo es el resultado de la discusión de expertos que forman parte del comité internacional del programa que preparó el segundo diálogo internacional sobre Educación STEM⁴ (IDoS por sus siglas en inglés), alrededor del tema “Educación STEM para el Desarrollo Sostenible”. Esta conferencia ha sido organizada por la Fundación Haus der kleinen Forscher y Siemens Stiftung, y tuvo lugar en diciembre de 2019 en Berlín, Alemania⁵. El desarrollo de este artículo, que busca plantear una posición, fue moderado por la Fundación Haus der kleinen Forscher. Está basado en un artículo publicado inicialmente en alemán, el cual clarifica la relación entre educación de las ciencias, tecnología, ingeniería y matemática (educación STEM) y educación para el desarrollo sustentable (EDS)⁶

El propósito de este documento es analizar críticamente, de qué manera un acercamiento integrado e interdisciplinario a la educación STEM basada en la indagación, puede servir para promover el desarrollo sostenible y desarrollar capacidades para generaciones futuras. Este artículo presenta una propuesta de *Educación STEM para el desarrollo sostenible* (Educación STEM4SD), a través de la promoción de la educación STEM dentro de una estructura transdisciplinaria⁷, que reconozca el complejo contexto que imponen los retos globales y la necesidad de integrar valores, étnica y visiones globales hacia el desarrollo de una forma de pensar sostenible y el uso de la ciencia para el bienestar social. Tras revisar el contexto y las

⁴ La sigla STEM viene de las letras iniciales en inglés de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (science, technology, engineering, y mathematics). En este documento se define educación STEM como una que combina conceptos y metodologías de las disciplinas en cuestión, de una manera integrada, transformando así el aprendizaje de las ciencias.

⁵ <https://www.haus-der-kleinen-forscher.de/en/international-dialogue-on-stem-education/idos2019/>

⁶ Stiftung Haus der kleinen Forscher (2018). MINT-Bildung und Bildung für nachhaltige Entwicklung (STEM Education and Education for Sustainable Development). Berlin: Stiftung Haus der kleinen Forscher. See: https://www.haus-der-kleinen-forscher.de/fileadmin/Redaktion/4_Ueber_Uns/Stiftung/2018_Positionspapier_MINT-Bildung_fuer_nachhaltige_Entwicklung_HdkF.pdf

⁷ Transdisciplinariedad – para el propósito de este proyecto, definimos transdisciplinariedad (diferentes disciplinas trabajando bajo un mismo marco conceptual y formulando conjuntamente teorías, conceptos y abordajes que trascienden los límites individuales de cada disciplina para enfrentar colectivamente un problema común), de manera distinta a la multidisciplinariedad (diferentes disciplinas trabajando independientemente en diferentes aspectos del mismo proyecto), y a la interdisciplinariedad (la integración de las disciplinas participantes). Para ver una definición amplia, sugerimos remitirse a la página 103 del artículo publicado en 2009 por Audrey Collins “Multidisciplinary, interdisciplinary, and transdisciplinary collaboration: implications for vocational psychology” en International Journal for Educational and Vocational Guidance, y el resumen de 2017 de la disertación de UC San Diego “An Application of Multidisciplinary, Interdisciplinary, and Transdisciplinary Approaches in Collaboration” (disponible en: <https://escholarship.org/uc/item/3cc9j6jp>).

bases pedagógicas de este enfoque, el artículo presenta un grupo de metas y principios orientadores para la Educación STEM4SD.

Este artículo reflexiona sobre el estado actual del pensamiento y la discusión alrededor del tema, de acuerdo con el grupo de expertos internacionales que participaron de la construcción del documento. Dado que el diálogo con expertos, tanto en los espacios académicos como en aquellos más cercanos a la práctica, es continuo, ajustes posteriores al documento son viables.

II. El reto global: la necesidad del desarrollo sostenible

Adolescentes y estudiantes alrededor del mundo se han unido alrededor del movimiento *viernes por el futuro*,⁸ haciendo un llamado por soluciones sostenibles a los retos globales tales como la crisis climática (es necesario mencionar que para este documento hemos definido sostenibilidad como “evadir el agotamiento de los recursos para cubrir las necesidades actuales, sin sacrificar el acceso a estos recursos en el futuro”)⁹. Estos grupos poblacionales hacen un llamado a los políticos para que se acojan a los acuerdos internacionales para la protección del medio ambiente (tales como el Acuerdo de París¹⁰) y promuevan soluciones de política para vivir y actuar dentro de las posibilidades que brinda el planeta. La evidencia empírica de la crisis climática hace que la relevancia del desarrollo sostenible¹¹ sea ampliamente reconocible.

Sin embargo, no es el cambio climático la única problemática que debemos abordar a través de la política pública, la educación y/o acciones particulares. Muchos fenómenos científicos complejos existen dentro de nuestras sociedades incluyendo la presencia de microplásticos en los océanos, la pérdida de biodiversidad, la producción y consumo excesivo, el derretimiento de los glaciares en el Ártico, la inseguridad alimentaria, los huracanes e inundaciones, y la migración inducida por razones climáticas, entre otros. Los estudiantes, quienes se han informado al respecto, exigen a los adultos que consideren los hallazgos científicos sobre estos fenómenos y actúen en concordancia. Científicos como aquellos que componen la InterAcademy Partnership¹² así como Científicos por el Futuro¹³ apoyan estas preocupaciones.

En 2015, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) identificó 17 importantes objetivos a ser perseguidos mundialmente, los Objetivos de Desarrollo Sostenibles (ODS). El logro de éstos configura un camino seguro hacia el futuro bienestar del planeta y sus habitantes. En enero de 2016, la totalidad de los países miembros de Naciones Unidas se acogieron al logro de los 17 ODS (compuestos a su vez por 169 metas y 232 indicadores) en una proyección de 15 años, 2015 a 2030, y avanzar hacia ellos globalmente en temas como las

⁸ <https://www.fridaysforfuture.org/>

⁹ UN. (1992). Conference on Environment & Development. Acceso en: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf>

¹⁰ Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC). En 2016, el Acuerdo de París entró en rigor. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>

¹¹ Ver informes de la Academia Nacional Alemana de Ciencias Leopoldina (2019). <https://www.leopoldina.org/presse-1/nachrichten/klimaziele-2030/> 9 e informes de IPCC <https://www.ipcc.ch/>.

¹² “A Statement on Climate Change and Education from the member academies of IAP for Science.” file:///C:/Users/Admin/Downloads/WEBIAPStatementClimateChangeEdu2017_.pdf

¹³ <https://www.scientists4future.org/>

personas, la tierra, la prosperidad, la paz y el fortalecimiento de alianzas¹⁴. Estos Objetivos enfatizan la defensa de los derechos humanos y la inclusión para todos; persiguen un balance entre las necesidades medioambientales, científicamente soportadas, para un planeta sostenible y las dimensiones económicas, sociales, éticas (y con frecuencia políticas) de los problemas a atender.

Así las cosas, movimientos sociales y científicos hacen un llamado para una transformación hacia un enfoque más sostenible. La comunidad mundial está luchando para obtener respuestas. Los conflictos particulares entre aspectos económicos, políticos, ecológicos, sociales y culturales suceden y requieren un enfoque ponderado, el cual debe ser inventado. Estos temas complejos¹⁵ requieren discusiones y soluciones que incorporen diferentes perspectivas, atiendan un marco valorativo, y encuentren vías a través de las cuales se pueda manejar la ambigüedad y diversos dilemas.

Si bien la ciencia por sí sola no puede brindar soluciones exhaustivas, insumos científicos sobre las conexiones entre la física, la química, la biología y la sociedad, son elementos vitales para el diseño de acciones responsables que se basen en el conocimiento adquirido a partir de la reflexión. A través de la educación de la juventud en estos temas científico-sociales, desde una temprana edad, y vinculándoles a un pensamiento con perspectiva, podremos apuntar y actuar sobre temas de alta complejidad en nuestros días, así como para las generaciones venideras.

III. La necesidad de contar con una educación STEM orientada hacia el futuro

Las escuelas de hoy en día enfrentan los impactos de la migración urbana, la diversidad cultural, la brecha digital y, con frecuencia, con profesores poco cualificados. Pese a lo anterior, hay una explosión de conocimiento científico y cambios exponenciales¹⁶ que exige a los colegios preparar a los estudiantes para para la alfabetización científica.

La globalización ha mostrado que los problemas de un país afectan a todo el mundo; de tal manera que, es crucial educar a todos los niños para ser sensibles y responder de manera adecuada a los problemas cotidianos. Como lo resalta Emmanuel Nnandozie, de la Fundación Africana para el Desarrollo de Capacidades “las verdaderas transformaciones no sucederán, salvo que los países le den la prioridad necesaria a la Educación STEM”¹⁷ Una poderosa y sostenida implementación de una educación en la ciencia, la tecnología, la ingeniería y la matemática (STEM), orientada hacia el futuro, la cual se enfoca en temas críticos como aquellos resaltados por los ODS, así como en potenciales soluciones a éstos, entregará herramientas a los jóvenes, sus profesores y sus padres, para enfrentar los problemas sociales y de salud que pueden afectar negativamente sus vidas¹⁸.

¹⁴ United Nations. (2019). New SDG Advocates Sign up for “Peace, Prosperity, People, and Planet, on the Road to 2030. Acceso a través de: <https://news.un.org/en/story/2019/05/1038202>

¹⁵ Dillon, J., Stevenson, R. B., Wals, A. E. J. (2016). Moving from citizen to civic science. *Conservation Biology*, 30(3), 450-455.

¹⁶ O'Donnell, C. (2018). Science Education, Identity, and Civic Engagement: Empowering Youth through the UN Sustainable Development Goals. En A. Rold (Ed.), *G7: The Executive Talk Series Global Briefing Report* (pp. 108-116). Carlevoix, Canada: Diplomatic Courier.

¹⁷ Pontificiae Academiae Scientiarum (PAS). (2015). Children and Sustainable Development: A Challenge for Education. Vatican City, Rome. <http://www.casinapioiv.va/content/accademia/en/events/2015/children.html>

¹⁸ O'Donnell, C. (2018). Science Education, Identity, and Civic Engagement: Empowering Youth through the UN Sustainable Development Goals. En A. Rold (Ed.), *G7: The Executive Talk Series Global Briefing Report* (pp. 108-116). Carlevoix, Canada: Diplomatic Courier.

Los futuros habitantes del planeta necesitan el conocimiento, las habilidades y la agencia, para pensar y actuar responsablemente. Niños y adolescentes necesitan una educación que les oriente en un mundo de incertidumbre y cambio acelerado¹⁹ que les ayude a navegar y diseñar el futuro. La educación es parte fundamental de los ODS, no solamente por cuenta de su papel como un objetivo específico (ODS No. 4 educación de calidad), sino también porque es esencial para garantizar la posibilidad de progreso en todos los ODS²⁰. Garantizar que todos los educandos adquieran el conocimiento y las habilidades para promover el desarrollo sostenible está explícitamente abordado en el ODS 4 meta no. 7.

Sin embargo, el consenso sobre la naturaleza y el formato de la educación requerida para el progreso de los ODS aún se está construyendo. Muchas de las ambiciosas metas especificadas en los ODS requerirán de acciones concertadas en todos los niveles, incluyendo los locales²¹. Para ser exitosa, la educación relacionada con los ODS debe tanto fomentar como dar cuenta de estas acciones²². Adicionalmente, considerando que los ODS han identificado soluciones a los problemas más complejos y perversos del mundo, los cuales no cuentan con soluciones simples²³, la educación STEM relacionada con los ODS y orientada hacia el futuro debe promover un vínculo de largo alcance con estos Objetivos globales.

Iniciativas educativas orientadas hacia el futuro deben fomentar en las personas el compromiso con problemáticas complejas relacionadas con el desarrollo sostenible y considerar perspectivas diferentes para su abordaje; por ejemplo, reflexionar sobre las maneras a través de las cuales puede garantizarse una buena calidad de vida para todos en cualquier lugar.

La educación STEM debe ayudar a los estudiantes a formular soluciones a los retos globales de nuestra generación. La participación en el aprendizaje de la ciencia, la tecnología, la ingeniería, las matemáticas y la informática – adicional al aprendizaje del lenguaje, las artes y el desarrollo de habilidades socioemocionales – debe ser parte integral de una educación orientada hacia el futuro a la cual cada niño y cada adolescente debe tener derecho. Esta educación apoya el pensamiento autónomo y las acciones responsables, así como la participación reflexiva en los cambios tecnológicos y sociales en beneficio del desarrollo sostenible.

La Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) fomenta los cambios en el conocimiento, las actitudes y los valores, para permitir una sociedad más sostenible y justa para todos. Apunta al dar poder y equipar a las generaciones actuales y futuras para la superación de sus necesidades mediante el uso de un enfoque equilibrado e integral hacia el desarrollo sostenible²⁴.

Nosotros argumentamos que la educación STEM orientada hacia el futuro debe enfocarse en la participación de los jóvenes en la investigación y la acción en aquellas problemáticas que más presión ejercen en nuestros días. Para dar soporte a nuestra apuesta, vamos a trabajar sobre los siguientes temas de manera separada; STEM e investigación en la sociedad, educación STEM basada en la formulación de interrogantes y educación para el desarrollo sostenible.

¹⁹ Marco de referencia de la OCDE "Future of Education and Skills 2030". <https://www.oecd.org/education/2030-project/>

²⁰ UNESCO. (2014). Aichi-Nagoya Declaration on Education for Sustainable Development. https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5859Aichi-Nagoya_Declaration_EN.pdf

²¹ Gibson, H., Blanchard, K.P., & O'Donnell, C. (in press). Learning to act: Smithsonian Science for Global Goals and empowering young people to develop a habit of considered action-taking. En Tonya Huber (Series Ed.) International Education Inquiries: People, Places, and Perspectives of Education 2030: Vol. 3. Charlotte, NC: Information Age.

²² Sterling, Stephen. (2016). A commentary on education and sustainable development goals. Journal of Education for Sustainable Development, 10(2), 208–213. <https://doi.org/10.1177/0973408216661886>

²³ Dillon, J., Stevenson, R. B., Wals, A. E. J. (2016). Moving from citizen to civic science. Conservation Biology, 30(3), 450-455.

²⁴ <https://en.unesco.org/themes/education-sustainable-development>

Brindaremos adicionalmente definiciones, marcos de referencia y ejemplos sobre como integrar la Educación STEM y la educación para el Desarrollo Sostenible para el logro de lo que llamamos educación STEM4SD.

IV. El valor de STEM y la investigación en una sociedad ilustrada

Las disciplinas de la investigación que soportan las disciplinas STEM están comprometidas con el ideal del descubrimiento del conocimiento y la libertad de la investigación. A través del método científico y la reflexión, éstas persiguen enunciados y hallazgos comprensibles intersubjetivamente. Los científicos exploran y observan, formulan preguntas, intentan descubrir conexiones y entender los fenómenos en el mundo que los rodea. Discuten sus hallazgos y sus implicaciones, de la misma manera como lo hacen con las limitaciones de sus métodos y conocimientos. En la investigación, el acceso a los resultados, y la aplicación y uso de estos, junto con las posibles consecuencias ecológicas y sociales de los hallazgos que se obtengan a través de ésta son sujeto de discusión. Así, discusiones sobre ética y valores son parte integral del desarrollo de la ciencia. En el Encuentro anual de premios Nobel de Lindau, 2019, por ejemplo, el papel de la ciencia y de los científicos en la sociedad fue tema principal de discusión en la ceremonia de apertura del evento²⁵²⁶

Además, la ciencia y la investigación se desempeñan dentro de contextos y momentos históricos propios y ejercen influencia sobre los desarrollos sociales. Los investigadores son ciudadanos de países con sistemas sociales y políticos y, como tales, sus acciones no están exentas de sistemas de valores y legislaciones. Las evaluaciones de los impactos tecnológicos dan cuenta de esto. El contexto histórico y social está cambiando. Documentos como la Agenda 2030²⁷ y el concepto de límites planetarios²⁸ describen la carga al límite del planeta y la necesidad de transformar la sociedad en dirección del desarrollo sustentable.

Las disciplinas STEM están llamadas a participar, con el objetivo de solucionar problemáticas relacionadas con la sostenibilidad en el mundo, en el proceso social de búsqueda, de aprendizaje, y de encontrar formas de hacerlo, y críticamente reflexionan sobre sus aportes hacia desarrollos sustentables (y no sustentable). El conocimiento alojado en las disciplinas STEM y el método de la ciencia pueden ayudar a atender los problemas globales y apoyar acciones dentro de la sociedad que les permitan abordarlos de una manera significativa y basada en el conocimiento.

V. Educación STEM basada en la indagación

Dentro del concepto de la educación STEM, un enfoque científico basado en la indagación hacia los fenómenos naturales responde a hacer uso de la curiosidad y sed de exploración, propias de

²⁵ Schmidt, B. (2019). Big Questions for Society, Big Questions for Research. Ceremonia de apertura del Encuentro anual de premios Nobel de Lindau, 2019. <https://www.mediatheque.lindau-nobel.org/videos/38253/keynote-address-brian-schmidt-2019/meeting-2019>

²⁶ <https://www.lindau-nobel.org/blog-how-science-can-tackle-the-united-nations-sustainable-development-goals/>

²⁷ Asamblea General de las Naciones Unidas, 18 de Septiembre de 2015: Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development. Extraído de <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld>

²⁸ Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F.S. III, Lambin, E. et al. (2009). Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. Ecology and Society, 14 (2). Extraído el 17 de Octubre, 2019, de <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/>

los niños, hacer uso de su deseo de llegar al fondo de las cosas y formular preguntas de todo tipo, hacer uso de la necesidad básica del ser humano de apropiarse del mundo a través de su comprensión.

La Educación Científica Basada en la Indagación (IBSE por sus siglas en inglés) y recientemente la *Educación STEM basada en la Indagación* se fundamentan en las teorías constructivistas del aprendizaje formuladas por Piaget y Vigotsky. Estas proponen que los niños, así como los adultos, forman su entendimiento del mundo basados en el conocimiento que ellos adquieren a lo largo del tiempo, y nuevos conocimientos aumentan las comprensiones previas²⁹. El constructivismo ha sido por mucho tiempo considerado para muchas disciplinas educativas, sin embargo, se ha convertido en altamente relevante para la IBSE y, de manera más particular para la Educación STEM, pues “da a niñas y niños la oportunidad de explorar de primera mano, de experimentar, de formular preguntas y lograr respuestas basadas en el razonamiento”³⁰, adicional a resolver problemas y entender los fenómenos naturales del mundo que los rodea, de la misma manera como lo hacen los científicos y los ingenieros.

Recientemente ha habido una rápida expansión alrededor del mundo del interés en la educación Científica Basada en la Indagación y la educación STEM, interés que ha sido apoyado por empresarios, hacedores de política, y actores no gubernamentales como el Programa en Educación Científica de InterAcademy Partnership (IAP-SEP). Mientras la educación de la ciencia moderna ha evolucionado en el último siglo, el objetivo constante ha sido abordar los malestares y retos de la sociedad³¹, y esto no ha cambiado incluso con el surgimiento de la educación STEM y el crecimiento de la educación para el desarrollo sostenible (EDS). La creación de una fuerza de trabajo exitosa y habilidosa es un complemento a la creación de personas que puedan solucionar problemas globales. Los dos elementos han de estar juntos y requieren que aquellos que no buscan carreras dentro de las disciplinas STEM tengan una formación básica en alfabetización científica - objetivo superior (incluso cuando no está especificado) de la educación científica.

La oferta de educación STEM debe apoyar la adquisición de *Habilidades del siglo 21*, cómo ha sido resaltado, por ejemplo, en el Marco de Aprendizaje para 2030 propuesto por la OCDE³². Muchas buenas prácticas e iniciativas han desarrollado su oferta sobre la base de un entendimiento co-constructivo del aprendizaje a través de 3 dominios -cognitivo, social y conductual. La exploración y el aprendizaje basado en la exploración y la indagación son los caminos hacia el aprendizaje de niños y pedagogos, a partir del cual ellos pueden construir nuevos conocimientos y habilidades.

Los objetivos de la educación científica temprana constan de la dimensión motivacional, la comprensión de conceptos científicos básicos, el conocimiento sobre procesos y desarrollo de habilidades en el método científico, logrando así una alfabetización científica³³. Desde su introducción primitiva en el espacio educativo, la alfabetización científica ha ocupado un espacio que se encuentra entre educar a los jóvenes en el conocimiento de contenidos científicos

²⁹ Feldman, D. H. & Fowler, C. (1997). The nature(s) of developmental change: Piaget, Vygotsky, and the transition process. *New Ideas in Psychology*, (15)3, 195-210. [https://doi.org/10.1016/S0732-118X\(97\)10001-0](https://doi.org/10.1016/S0732-118X(97)10001-0)

³⁰ O'Connell, Claire. (2014). *Inquiry-based science education: Primer to the international AEMASE conference report*. Berlin,

³¹ DeBoer, G. (2019). *A history of ideas in science education*. New York: Teachers College Press.

³² OECD Learning Framework for 2030. Retrieved from <http://www.oecd.org/education/2030/learning-framework-2030.htm>

³³ “Haus der kleinen Forscher” Foundation (Ed.). (2017). *Early Science Education. Goals and Process-Related Quality Criteria for Science Teaching*. Scientific Studies on the Work of the “Haus der kleinen Forscher” Foundation (Vol. 5). Opladen, Berlin, Toronto: Verlag Barbara Budrich. Ver: www.haus-der-kleinen-forscher.de

profundos, y armarles con las habilidades y prácticas de la ciencia que pueden ser trasladables a otras disciplinas³⁴. De la misma manera que sucede con las acciones, la alfabetización científica no es meramente el acercamiento a la información. Por el contrario, es aquello que una persona elige hacer con esta información.

De manera tal que, más allá del conocimiento estricto de los conceptos, una parte esencial de la educación básica en las asignaturas STEM es la habilidad de adquirir, expandir, críticamente reflexionar sobre éstos y aplicar los conocimientos, usando métodos adecuados de pensamiento y acción. Esto incluye la habilidad para identificar por sí mismo relaciones fundamentales, evaluar estas relaciones, y tomar decisiones basados en la comprensión de ellas³⁵. La evaluación de los resultados científicos incluye, por tal motivo, una dimensión valorativa de éstos.

Es nuestra intención, entonces, que la educación STEM basada en la indagación, si es de alta calidad, incorpore el contexto social dentro de la educación. Este tipo de educación debe esforzarse para permitir que el conocimiento STEM permee acciones significativas para el bien común e incluir un marco valorativo, así como sostener los debates requeridos para que esto suceda³⁶. De tal manera, la educación STEM basada en la indagación, debe apuntar a comprender el mundo de manera comprensiva y aplicar a aquello que ha sido aprendido un enfoque basado en los valores. La educación STEM moderna persigue un entendimiento crítico-emancipatorio de la educación.

VI. Educación para el desarrollo sostenible (EDS)

La Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) está definida como una metodología de aprendizaje interdisciplinaria la cual cubre de manera integral los aspectos sociales, económicos y ambientales del currículo formal e informal³⁷. EDS es compatible con otros campos de la educación, tales como la educación científica, ambiental, intercultural, la educación de la democracia y la ciudadanía, y la educación desde un enfoque comunitario³⁸. La EDS trata de integrarlas a través de enfoques centrados en el niño, con el objeto de construir una estructura consistente para enfrentar la actual crisis socio-ambiental.

En contraposición a una mirada hacia los niños más pequeños cómo personas que aún no se encuentran listas para que se les enseñe sobre problemáticas sociales críticas, la literatura sobre el tema tiende a estar de acuerdo no solamente con respecto a la pertinencia EDS en primera infancia, sino también en la necesidad de fomentar enfoques centrados en los niños que permitan dar inicio al desarrollo de habilidades, actitudes y valores para el desarrollo sostenible desde una edad muy temprana.³⁹

³⁴ DeBoer, G. (2019). Ibid.

³⁵ "Haus der kleinen Forscher" Foundation. (2016). Pedagogic Approach of the "Haus der kleinen Forscher" Foundation. A Guide to Facilitating Learning in Science, Mathematics, and Technology. 5th edition. See: www.haus-der-kleinen-forscher.de

³⁶ Para profundizar en el tema se sugiere ver Siemens Stiftung (Ed.) (2016). Science, technology, and values guideline. Methods for implementing the value aspects in science and technology lessons with Experimento I 8+. Munich: Siemens Stiftung.

³⁷ "Education for Sustainable Development". UNESCO. Retrieved: <https://en.unesco.org/themes/education-sustainable-development>

³⁸ La indagación con un enfoque comunitario se define como un auténtico proyecto basado en la indagación que parte de una necesidad específica de la comunidad. Ver: Quitadamo, I. J., Faiola, C. L., Johnson, J. E. & Kurtz, M. J. (2008). Community-based inquiry improves critical thinking in general education biology. CBE Life Sciences Education, 7(3), 327-337. Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2527977/>

³⁹ Bascopé, M., Perasso, P., Reiss, K. (2019) Systematic Review of Education for Sustainable Development at an Early Stage:

Los objetivos de la educación para el desarrollo sostenible (EDS) para niños, docentes y coordinadores en educación temprana incluye la motivación, la comprensión y conocimientos, reflexión y evaluación, valores y opciones morales y acciones de la siguiente manera:⁴⁰

- *Motivación*: Desarrollar intereses, por ejemplo, en problemáticas climáticas o justicia social, y pasar a experimentar autoeficacia, por ejemplo, a través de la vinculación con estos temas en el entorno local.
- *Comprensión y conocimiento*: Comprender conceptos básicos y construir, a partir de ellos, saberes nuevos.
- *Reflexión y evaluación*: Reconocer problemas (por ejemplo, desarrollo no-sostenible), entender perspectivas y participar en discusiones constructivas.
- *Valores y opciones morales*: Experimentar con valores propios y con la negociación y reflexión sobre estándares valorativos, y de esta manera dar inicio al desarrollo de una actitud reflexiva, así como la indagación crítica y la aplicación de normas morales y, en el largo plazo, desarrollar habilidades para hacer juicios éticos
- *Acción*: Participar en la toma de decisiones, discutir soluciones y cambiar algunas cosas en su vida diaria.

De la misma forma como sucede con el enfoque del aprendizaje basado en la indagación, la educación para el desarrollo sostenible está soportada en una comprensión co-constructivista del aprendizaje. Los métodos claves de la educación para el desarrollo sostenible están basados en la exploración, en la indagación y el aprendizaje dialógico, asó cómo en filosofar con los niños.

La formulación de preguntas en la en aprendizaje basado en la indagación que practica la EDS toma en consideración las dimensiones ecológica, económica y sociocultural y apoya a los niños en el Reconocimiento de las complejidades y el aprendizaje para de forma constructiva y valerosa manejar la ambigüedad y situaciones que puedan generar algún dilema. Además de contar con una apertura esencial hacia diversos resultados de aprendizaje, EDS promueve valores como el respeto por la naturaleza, la garantía de necesidades básicas naturales, un ambiente sano y saludable para todo el mundo y la justicia social.

La EDS debe observar críticamente prácticas educativas tales como el adoctrinamiento o la transmisión de simples reglas para la acción. Sin desconocer la importancia que tienen instrumentos como las regulaciones y las leyes en la política y la economía para promover el desarrollo sostenible, en la educación las metodologías deben centrarse en el desarrollo de acciones diarias de una manera participativa a través de la adquisición de conocimientos y la toma de decisiones dentro de un proceso independientemente reflexivo y basado en la indagación. Temas claves para la sostenibilidad y la EDS (la nutrición, fuentes de agua limpias, la justicia social, etc.) son temas que tienen importancia en el largo plazo; que son global y localmente relevantes; que ofrecen oportunidades para la acción; y que pueden ser abordados solamente a través de unos lentes interdisciplinarios o transdisciplinarios.

Cornerstones and Pedagogical Approaches for Teacher Professional Development, Sustainability, 11 (3), 719 Available: <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/3/719/htm#>

⁴⁰ Kauertz, A., Molitor, H., Saffran, A., Schubert, S., Singer-Brodowski, M., Ulber, D. & Verch, J. (2019). Zieldimensionen einer Bildung für Nachhaltige Entwicklung (BNE) für Kinder, pädagogische Fachkräfte und Führungskräfte. In Stiftung Haus der kleinen Forscher (Ed.), Frühe Bildung für nachhaltige Entwicklung – Ziele und Gelingensbedingungen. Wissenschaftliche Untersuchungen zur Arbeit der Stiftung Haus der kleinen Forscher [Goals of Education for Sustainable Development (ESD) for Children, Pedagogical Staff, and Managers. In "Haus der kleinen Forscher" Foundation (Ed.), Early Education for Sustainable Development. Scientific Studies on the Work of the "Haus der kleinen Forscher" Foundation]. Opladen, Berlin, Toronto: Verlag Barbara Budrich. Due for publication in 2019. See: www.haus-der-kleinen-forscher.de

La situación global del medio ambiente requiere una educación que promueva la agencia desde lo más temprano posible. En este contexto la agencia se define como “algo que adquieren los niños de manera conjunta a través de trans-acciones y no algo que ya poseen”.⁴¹⁴² El desarrollo de la agencia es considerado de suma importancia para la EDS⁴³, no obstante; cómo lo han mostrado varias investigaciones difícilmente ha sido puesto en práctica⁴⁴. La educación ambiental basada principalmente en la transmisión de conocimientos declarativos no ha llevado al cambio en los comportamientos frente a problemáticas relacionadas con la sostenibilidad. Para cultivar agentes de cambio a través de la EDS, particularmente desde primera infancia, la educación necesita enfocarse en la promoción de experiencias significativas para el desarrollo de la agencia⁴⁵⁴⁶.

Por lo tanto, no podemos exagerar la importancia de los entornos de aprendizaje que se centran en desarrollar experiencia. Estos entornos pueden estar en la escuela o en el hogar, en espacios formales de aprendizaje como las escuelas, o en espacios informales de aprendizaje como museos o centros de ciencia. Como se indicó en la revisión especial de 2009 de EDS para ECE "Educación de la primera infancia para la sostenibilidad: recomendaciones para el desarrollo", los niños, los maestros y todos los actores de la comunidad educativa deben practicar la sostenibilidad diariamente (a través del reciclaje, el cuidado del jardín, la generación de energía, etc.) y no sólo a través de la enseñanza⁴⁷.

⁴¹ Caiman, C. & Lundegard, I. (2014). Pre-school children's agency in learning for sustainable development. *Environmental Education Research*, 20(4)

⁴² Boyd, D. Early childhood education for sustainability and the legacies of two pioneering giants. *Early Years* 2018, 38, 227– 239.

⁴³ Davis, J. Revealing the research 'hole' of early childhood education for sustainability: A preliminary survey of the literature. *Environ. Educ. Res.* 2009, 15, 227–241.

Caiman, C.; Lundegard, I. Pre-school children's agency in learning for sustainable development. *Environ. Educ. Res.* 2014, 20, 437–459.

Sawitri, D.R. Education for sustainable development: How early is too early? *Adv. Sci. Lett.* 2017, 23, 2559–2560.

⁴⁴ Årlemalm-Hagsér, E. Minds on Earth Hour—A theme for sustainability in Swedish early childhood education. *Early Child Dev. Care* 2013, 183, 1782–1795.

Eriksen, K.G. Why education for sustainable development needs early childhood education: The case of Norway. *J. Teach. Educ. Sustain.* 2013, 15, 107–120.

⁴⁵ Eriksen, K.G. Why education for sustainable development needs early childhood education: The case of Norway. *J. Teach. Educ. Sustain.* 2013, 15, 107–120.

⁴⁶ Caiman, C.; Lundegard, I. Pre-school children's agency in learning for sustainable development. *Environ. Educ. Res.* 2014, 20, 437–459.

⁴⁷ O'Gorman, L. Sustainability, the Arts and Big Numbers: The Challenge of Researching Children's Responses to Chris Jordan's Images. *International Journal of Early Childhood*, 2017, 49 (3), 312-332.

VII. Un Enfoque Integrado: Educación STEM para el Desarrollo Sostenible (Educación STEM4SD)

Proponemos entonces que la Educación STEM para el Desarrollo Sostenible aliente a los niños y jóvenes a aprovechar sus competencias STEM y el proceso de la ciencia como una base clave para una acción razonable en nuestro mundo. El conocimiento, las habilidades y la comprensión de los fenómenos de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas pueden ayudar a los estudiantes a comprender problemas globales y apoyar acciones en la sociedad que aborden estos desafíos de una manera significativa y basada en el conocimiento.

La orientación de las acciones individuales hacia ciertos valores explícitos y reflexivos permite actuar desde el entorno local de tal manera que también asumimos la responsabilidad del mundo que nos rodea, combinando nuestra "identidad personal, identidad local e identidad global"⁴⁸ a medida que utilizamos nuestro conocimiento STEM para hacer el bien social. La Educación STEM4SD puede promover la creación de agentes de cambio reflexivos para impactar a sus comunidades y a la sociedad, a través de un enfoque basado en el conocimiento, orientado a la acción, participativo e integrador⁴⁹. Para crear entornos que fomenten la agencia a través del aprendizaje basado en la indagación, la educación STEM4SD debe integrar los campos de conocimiento y experiencia en las asignaturas STEM con el aprendizaje social y emocional y el compromiso cívico⁵⁰. Los niños deben ser considerados actores activos en cuestiones de indagación y sostenibilidad y deben ser alentados a convertirse en buscadores de problemas y solucionadores en sus propias localidades⁵¹.

Esto tiene relación con la relevancia de la alfabetización científica entre los niños pequeños. Los niños deben aprender a hacer ciencia, a adquirir competencias científicas a través de la práctica, lo que presupone la integración de las áreas de conocimiento (interdisciplinariedad) para abordar problemáticas prácticas, por ejemplo, tener en cuenta las preguntas de los estudiantes sobre el cambio climático dentro de los procesos de enseñanza de manera pertinente⁵². Más allá, a través de la Educación STEM4SD se pueden establecer vínculos con la participación en la comunidad más cercana. Esto requiere la integración del conocimiento basado en la ciencia y su valor para la sociedad con otras formas de conocimiento (tecnología, ingeniería, matemáticas, historia, arte, cultura, etc.), presentes en el entorno local de una manera que trascienda cualquier disciplina por sí sola, para abordar colectivamente un problema común (es decir, transdisciplinario).

La Educación STEM4SD refuerza un enfoque sistémico que, de acuerdo con un acercamiento hacia toda la institución⁵³, se centra en el desarrollo de la entidad educativa en su conjunto y

⁴⁸ Blanchard, K. P., Gibson, H., & O'Donnell, C. (2019). Understanding yourself as a foundation for exploring the world. In Andy Smart, Margaret Sinclair, Aaron Benavot, Jean Bernard, Colette Chabbott, S. Garnett Russell, and James Williams (Eds): NISSEM Global Briefs: Education for the Social, the Sustainable and the Emotional. Available: <https://www.nissem.org/globalbriefs>

⁴⁹ Hirst, N. Education for sustainability within early childhood studies: Collaboration and inquiry through projects with children. *Education 3-13* 2019, 47, 233–246.

⁵⁰ O'Donnell, C. (2018). Science Education, Identity, and Civic Engagement: Empowering Youth through the UN Sustainable Development Goals. In A. Rold (Ed.), *G7: The Executive Talk Series Global Briefing Report* (pp. 108-116). Carlevoix, Canada: Diplomatic Courier.

⁵¹ Davis, J. Revealing the research 'hole' of early childhood education for sustainability: A preliminary survey of the literature. *Environ. Educ. Res.* 2009, 15, 227–241.

⁵² Tolppanen, S. & Aksela, M. (2018). Identifying and addressing students' questions on climate change. *The Journal of Environmental Education*, 49 (5). <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00958964.2017.1417816>

⁵³ Ferreira, J., Ryan, L., & Tilbury, D. (2006). *Whole-School Approaches to Sustainability: A Review of Models for Professional Development in Pre-Service Teacher Education*. Canberra: ARIES.

considera no solo el papel de los educadores de primera infancia o los maestros de primaria, sino también los líderes escolares, distritales o líderes estatales u otros tomadores de decisiones a nivel gerencial o de ministerio de educación⁵⁴. La Educación STEM4SD no sólo avoca por el desarrollo de la fuerza laboral (un argumento tradicional de por qué la educación STEM es importante) sino también para desarrollar el pensamiento crítico y la mentalidad sostenible de los estudiantes, los hábitos en el uso de la evidencia científica para justificar prácticas sostenibles y la comprensión del valor de la Educación STEM para la sociedad en su conjunto.

Las iniciativas que siguen el enfoque de Educación STEM4SD tienen en cuenta los objetivos de desarrollo sostenible de la comunidad global. Por lo tanto, una perspectiva de sostenibilidad no es solo una expansión de la oferta temática propia de las iniciativas de educación STEM. El compromiso con los objetivos y valores (de la sostenibilidad) en la educación es una ampliación del discurso en el enfoque de la Educación STEM del aprendizaje basado en la indagación, fomentando una acción informada y responsable para el bien común, basada en lo que hoy conocemos como sabemos de investigación y sociedad STEM.

En este espíritu, las ofertas de Educación STEM para el Desarrollo Sostenible (Educación STEM4SD) deben orientarse hacia los siguientes **principios rectores**:

- Promover el aprendizaje basado en la indagación y el pensamiento y la práctica científica.
- Fomentar la enseñanza activa y centrada en el estudiante, que permita un aprendizaje exploratorio, orientado a la acción, reflexivo y transformativo.
- Reforzar un enfoque sistémico que se centre en el desarrollo del plantel educativo en su conjunto y también considere el papel de la administración a nivel escolar, estatal o gubernamental.
- Fomentar el pensamiento autónomo y la acción responsable que se lleva a cabo en el contexto del alumno e involucra el entorno social y natural de la institución, brindando la oportunidad de implementar y experimentar cambios reales en la comunidad de los alumnos, incluso a pequeña escala, lo que luego fortalece su capacidad de agencia.
- Ser compatible con la actitud y los objetivos del desarrollo sostenible.
- Fortalecer la argumentación a partir de la razón y basada en la evidencia, que reconoce la complejidad, promueve la diversidad de opiniones y fomenta la reflexión crítica de los valores.
- Empoderar a las generaciones presentes y futuras para usar las habilidades de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) y razonamiento reflexivo para resolver problemas complejos de sostenibilidad.

⁵⁴ Müller, U.; Lude, A.; Hancock, D.R. Leading Schools towards Sustainability. Fields of Action and Management Strategies for Principals. Preprints 2019, 2019090173 (doi: 10.20944/preprints201909.0173.v1). <https://www.preprints.org/manuscript/201909.0173/v1>

VIII. ¿Cómo hacer que funcione? Un marco y ejemplos de enfoques prácticos

La Educación STEM4SD enfatiza la importancia de desarrollar las habilidades de los estudiantes para establecer conexiones entre lo global y lo local. Un enfoque de sistemas ayuda a los jóvenes a ver la integración vertical (global-local) y horizontal (interdimensional) de problemas y soluciones⁵⁵. También beneficia a los jóvenes mediante la construcción de las habilidades para identificar la causa y el efecto⁵⁶. Además, a medida que los jóvenes se vuelven más capaces de ver la conexión, también pueden ver conexiones entre varios objetivos y acciones, incluido el hecho de que varios ODS se apoyan mutuamente⁵⁷.

Esta sección proporciona un marco para la aplicación práctica con jóvenes y pedagogos y hace referencia a diversos ejemplos de seis continentes (no se supone que sea una lista completa) de cómo hacer que la Educación STEM4SD funcione en el aula. En el Diálogo Internacional sobre Educación STEM (IDoS) en 2019, se reunieron iniciativas de todo el mundo, aumentando el potencial de la educación STEM temprana para un futuro más sostenible⁵⁸.

Marco de referencia del Smithsonian Science Education Center: “Ciencia del Smithsonian para el logro de Objetivos Globales” (EEUU)

El Smithsonian Science Education Center, cuya misión es transformar la Educación K-12 a través de la ciencia, en colaboración con comunidades de todo el mundo, intenta dotar a la próxima generación de tomadores de decisiones para que tengan las herramientas para tomar las decisiones correctas sobre problemas complejos socio-científicos que enfrenta la sociedad humana. Las guías de la comunidad de investigadores de "Smithsonian Science for Global Goals"⁵⁹, desarrolladas por el Smithsonian Science Education Center en colaboración con InterAcademy Partnership, ayudan a los jóvenes de 8 a 17 años a descubrir, comprender y actuar sobre los desafíos socio-científicos más apremiantes de nuestro tiempo (tales como enfermedades transmitidas por mosquitos⁶⁰, seguridad alimentaria, energías renovables, biodiversidad, consumo y producción).

Estas guías, disponibles de forma gratuita, se basan en el modelo de aprendizaje Progresivo a través de la Acción para el logro de los Objetivos Globales del Smithsonian (Global GAP), que se muestra en la Figura 1, y que combina piezas clave de educación científica basada en la indagación (IBSE), el aprendizaje social y emocional (SEL), la educación para el desarrollo sostenible (EDS) y el compromiso cívico⁶¹.

⁵⁵ Colucci-Gray, L., Camino, E., Barbiero, G., & Gray, D. (2006). From scientific literacy to sustainability literacy: An ecological framework for education. *Science Education*, 90(2), 227–252. <https://doi.org/10.1002/sce.20109>

⁵⁶ Vare, Paul, Grete Arro, Andre de Hamer, Giovanna del Gobbo, Gerben de Vries, Francesca Farioli, Chrysanthi Kadji-Beltran, Mihkel Kangur, Michela Mayer, Rick Millican, Carlien Nijdam, Monika Réti & Aravella Zachariou. (2019). Devising a competence-based training program for educators of sustainable development: Lessons learned. *Sustainability*, 11(7), 1–21. <https://doi.org/10.3390/su11071890>

⁵⁷ Gibson, H., Blanchard, K. & O'Donnell, C. (in press). Learning to act: Smithsonian Science for Global Goals and empowering young people to develop a habit of considered action-taking. In Tonya Huber (Series Ed.) *International Education Inquiries: People, Places, and Perspectives of Education 2030: Vol. 3*. Charlotte, NC: Information Age.

⁵⁸ <https://www.haus-der-kleinen-forscher.de/en/international-dialogue-on-stem-education/idos2019/initiatives-idos2019/>

⁵⁹ <https://www.ssec.si.edu/global-goals>

⁶⁰ <https://ssec.si.edu/mosquito>

⁶¹ O'Donnell, C. (2018). Science Education, Identity, and Civic Engagement: Empowering Youth through the UN Sustainable Development Goals. In A. Rold (Ed.), *G7: The Executive Talk Series Global Briefing Report* (pp. 108-116). Carlevoix, Canada: Diplomatic Courier.



Fuente: Smithsonian Institution. Heidi Gibson, Katherine Blanchard, Andre Radloff, Brian Mandell, Jean Flanagan & Carol O'Donnell. Ver: www.ScienceEducation.si.edu/global-goals

Figura 1. modelo de aprendizaje Progresivo a través de la Acción para el logro de los Objetivos Globales (Global GAP).

Este modelo de aprendizaje construye una progresión que ayuda a los maestros a comprender primero la identidad, el contexto cultural y las disposiciones de aprendizaje de los estudiantes; luego involucra a los estudiantes en la indagación y la investigación del problema utilizando a su comunidad como laboratorio; posteriormente, apoya razonamiento crítico y la comprensión sistémica que hacen los estudiantes del problema, desde múltiples perspectivas. Finalmente, promueve en los estudiantes, a medida que utilizan su nuevo conocimiento científico, la acción en sus propias comunidades. A través de todos los módulos de "Smithsonian Science for Global Goals", los equipos de aprendizaje de estudiantes utilizan sus conocimientos para desarrollar mentalidades sostenibles al encontrar puntos en común, crear consenso y planificar y llevar a cabo acciones locales para los Objetivos Globales.

Como ganador del Premio a la Innovación Educativa de la Smithsonian en 2018, el programa "Smithsonian Science for Global Goals" promueve la idea de que la comprensión sociocientífica transdisciplinaria tiene el poder de impulsar la agencia de los estudiantes para liderar el cambio a sus entornos locales al tiempo que ayuda a impactar las metas globales. Las pruebas de campo del programa en 7 países revelaron una mejora significativa en el aprendizaje de los contenidos y la agencia de los estudiantes, lo que demuestra que los estudiantes creen que pueden afectar

sus propias vidas y las de sus comunidades a través del descubrimiento científico, la comprensión y la acción. Es decir, a través de la Educación comunitaria STEM para el Desarrollo Sostenible (Educación STEM4SD), los estudiantes descubren su propia identidad y la identidad y perspectivas de sus compañeros y miembros de la comunidad en relación con el la problemática socio-científica; comprenden de primera mano los conceptos y prácticas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) que subyacen al problema; y luego actúan sobre la problemática directamente en su comunidad a través de la participación.

Centro para la educación en las ciencias, la matemática y la tecnología (África)

El Centro de Educación en Matemáticas, Ciencia y Tecnología en África (CEMASTE⁶²) es una institución pública de Kenia establecida en 2004 con el objeto de proporcionar Desarrollo Profesional para Maestros en Educación de las Matemáticas y las Ciencias (TPD-MSE). Esta función le ha permitido lograr hitos fundamentales en la capacidad del recurso humano vinculado en los programas de educación matemática y científica de calidad en todo el continente africano.

CEMASTE ha recibido el reconocimiento continental para coordinar y ser sede de las secretarías continentales de grupos como el Cluster de educación STEM de la Estrategia de Educación Continental para África de la Comisión de la Unión Africana (AUC-CESA, 2016–25); el Nodo de Calidad sobre Educación en Matemáticas y Ciencias de África (ADEA: ICQN-MSE) de la Asociación para el Desarrollo de la Educación; y la red de 27 países para el Fortalecimiento de la educación Matemática y Científica en África (SMASE África). Estas plataformas permiten que el diálogo sobre políticas tenga sus orígenes en el foro de profesionales, la red SMASE África, y se traslade al foro ministerial en ICQN-MSE y finalmente sea acogido por los jefes de estado, que se basan en el grupo de CESA en STEM.

El trabajo de CEMASTE en la provisión de educación STEM de calidad a través de la capacitación docente, ha construido una base para la educación y un talento humano de calidad en el apoyo de la Agenda 2030, la Agenda 2063⁶³ y los ODS. La agencia ha podido proporcionar pautas y soporte en Educación STEM que se utilizan en todo el continente y que tienen en cuenta el contexto local de las directrices, así como los aspectos de adaptabilidad, género, equidad, tendencias globales y sostenibilidad.

Sirindhorn Science Home (Asia)

En Tailandia, “Sirindhorn Science Home”⁶⁴ es uno de los centros nacionales de aprendizaje para actividades STEM para maestros y niños, que funciona bajo la coordinación de la Agencia Nacional de Desarrollo de Ciencia y Tecnología (NSTDA) y el Ministerio de Educación Superior, Investigación e Innovación Científica. Las actividades en “Sirindhorn Science Home” (que incluyen capacitación a docentes, un campamento STEM y Laboratorio de Fabricación para estudiantes, y el desarrollo de currículos y contenido educativo y material científico como libros y productos multimedia) tienen como objetivo equipar a los niños y jóvenes con tres cualidades principales para un futuro valioso: inspiración, motivación y creatividad. El programa fomenta el desarrollo de habilidades esenciales, como el pensamiento crítico, la comunicación, la colaboración y la creatividad, que son esenciales para el desarrollo sostenible.

⁶² <http://www.cemastea.ac.ke/>

⁶³ <https://www.un.org/en/africa/osaa/peace/agenda2063.shtml>

⁶⁴ <https://www.nstda.or.th/en/>

Las actividades educativas STEM4SD⁶⁵ en “Sirindhorn Science Home” para niños se relacionan con los 17 objetivos del desarrollo sostenible e incorporan siete pedagogías:

- 1) *Hacer una experiencia de aprendizaje significativa.* Por ejemplo, los estudiantes que tienen padres vinculados a plantaciones de caucho podrían resolver el problema de cómo cortar el árbol para obtener el máximo látex; de manera similar aquellos estudiantes cuyos padres son granjeros podrían inventar una máquina de molino de arroz, entre otras posibles soluciones.
- 2) *Cultivar la creatividad a través de ideas poderosas.* Los estudiantes realizan varios proyectos innovadores utilizando un enfoque interdisciplinario y transdisciplinario para resolver el problema relacionado con su vida diaria. Por ejemplo, en una escuela rural en una región del norte, los estudiantes inventaron la máquina de alimentación automática para peces, que les hizo merecedores de un premio en una competencia nacional.
- 3) *Permitir a los estudiantes construir su propia comprensión y conocimiento del mundo.* Por ejemplo, los estudiantes de primaria aprenden sobre el cambio climático al explorar el medio ambiente y al crear y practicar juegos sobre el tema.
- 4) *Crear actividades desafiantes de acuerdo con contextos específicos.* Dado que los niños y los jóvenes difieren en sus procesos de aprendizaje, se requieren diferentes métodos para comprender estas diferencias y combinar las actividades de aprendizaje. Además, los antecedentes académicos y culturales, los aspectos demográficos y geográficos también se tienen en cuenta para diseñar actividades educativas que brinden un ambiente de aprendizaje dinámico y alentador que lleve a estos jóvenes estudiantes a un nuevo conocimiento de la tecnología y la innovación.
- 5) *Alimentar la curiosidad continuamente con un modelo de espiral de aprendizaje.* Por ejemplo, estudiar el proceso de fotosíntesis de una planta, posteriormente se realizan de actividades intermedias alrededor del estudio de la longitud de onda de la luz para la fotosíntesis, y finalmente diseñan y crean un micro invernadero para la plantación adecuada de vegetales.
- 6) *Enseñar a los niños cómo pensar en lugar de qué pensar.* Por ejemplo, los maestros desarrollan las habilidades metacognitivas de los estudiantes a través de grabaciones, reflexiones y discusiones.
- 7) *Establecer un ambiente de aprendizaje inspirador.* Por ejemplo, los maestros ofrecen actividades prácticas relacionadas con la vida diaria para motivar a los estudiantes a inspirarse en su cotidianidad para un mejor aprendizaje.

Primary Connections (Australia)

Australia tiene un conjunto coherente de programas nacionales para fortalecer la educación STEM en todos los niveles, desde la educación en primera infancia hasta aproximadamente el año 10 de secundaria, todos los cuales abordan objetivos globales de sostenibilidad. En Australia, la atención se centra específicamente en objetivos como agua limpia y sistemas marinos saludables, seguridad alimentaria, resiliencia a fenómenos meteorológicos extremos, como incendios e inundaciones, y acceso a una educación de calidad.

Todos estos programas parten del aprendizaje basado en la indagación y las **5Es** (responden la inicial de los verbos en inglés), comprometer, explorar, explicar, elaborar y evaluar. Todos se centran en temas de STEM como parte de una educación robusta, y en preparar para los desafíos del futuro. El gobierno australiano financia los programas. El programa incluye *Primary*

⁶⁵ Por ejemplo, los programas de biomimética, acción climática, cultura STEM plus, energía y transporte, alimentos y piensos, agricultura, robótica y automatización, material inteligente para una ciudad sostenible, buena salud y biodiversidad.

Connection, Science by Doing and reSolve - mathematics by Inquiry. Todos coordinados por la Academia Australiana de Ciencias, y la organización *Little scientists*. Los programas empoderan a maestros y educadores y, a través de ellos, a los estudiantes.

*Primary connections (Conexiones primarias)*⁶⁶ proporciona recursos curriculares destacados y un programa de formación profesional integral y práctico, con un enfoque en el desarrollo del conocimiento, la comprensión y las habilidades de los estudiantes en ciencias y alfabetización. Como enfoque basado en la evidencia, incorpora talleres de aprendizaje profesional para maestros acompañados de recursos curriculares ejemplares. El programa se ganó una gran reputación entre los educadores durante décadas, y tiene un amplio alcance, con miles de maestros que usan sus componentes cada semana. En el pasado se centró en el material impreso creando una excelente reputación y un amplio seguimiento nacional, ahora se centra en el desarrollo profesional y, en el futuro, busca que todas las herramientas y plataformas digitales sean más efectivas.

Del mismo modo, *Pequeños Científicos* (en cooperación con la Fundación Haus der Kleinen Forscher de Berlín) está trabajando con educadores en primera infancia; Ciencia a través del hacer se centra en la necesidad de información práctica y fiable sobre la experimentación en los laboratorios de enseñanza en las escuelas y proporciona el material y las ideas son directamente accesibles a los estudiantes. *reSolve*: las matemáticas por indagación proporcionan una vía para la educación matemática desde la escuela primaria hasta la secundaria. Juntos proporcionan herramientas dentro de un sistema educativo muy diverso.

Stiftung Haus der kleinen Forscher - Fundación "Casa de los Pequeños Científicos" (Europa)

La fundación sin ánimo de lucro Haus der kleinen Forscher (Casa de los Pequeños Científicos) está comprometida con la educación temprana de alta calidad en los ámbitos de la ciencia, la tecnología, la informática y las matemáticas con el propósito de fortalecer a los niños para el enfrentar el futuro y permitirles actuar de manera sostenible⁶⁷. Junto con socios de la red local en Alemania, la Fundación ofrece un programa de desarrollo profesional a nivel nacional que apoya al personal pedagógico en los centros de educación y cuidado de la primera infancia, centros extracurriculares y escuelas primarias para facilitar la exploración, la investigación y el aprendizaje de niños entre los tres y los diez años. Los socios de la Fundación "Haus der kleinen Forscher" incluyen la Asociación Helmholtz de los Centros de Investigación Alemanes, Siemens Stiftung y el Dietmar Hopp Stiftung. El Ministerio Federal de Educación e Investigación de Alemania ha apoyado la iniciativa desde 2008.

La misión de la Fundación "Haus der kleinen Forscher" es promover una actitud inquisitiva e investigativa en los niños. Darles la oportunidad de descubrir a temprana edad sus propios talentos y potencial en los ámbitos de la ciencia, la tecnología, la informática y las matemáticas. Al hacerlo, sentar las bases para un compromiso reflexivo con los cambios tecnológicos y sociales en interés del desarrollo sostenible. El enfoque pedagógico de la Fundación "Haus der kleinen Forscher" se centra en los intereses y habilidades de los niños y enfatiza el aprendizaje colaborativo basado en la investigación en el intercambio dialógico⁶⁸.

⁶⁶ <https://www.primaryconnections.org.au/>

⁶⁷ <https://www.haus-der-kleinen-forscher.de/en/>

⁶⁸ <https://www.haus-der-kleinen-forscher.de/en/practice/>

La Fundación "Haus der kleinen Forscher" apoya a las instituciones educativas en su desarrollo a través de un abordaje integral mediante el establecimiento de un enfoque educativo STEM4SD y ofreciendo a los niños entornos favorables para el desarrollo y el aprendizaje. Con sus actividades, la Fundación apoya la implementación de los planes educativos existentes en los ámbitos de la ciencia, la tecnología, la informática y las matemáticas, así como la EDS. Por ejemplo, los maestros ayudan a los niños a explorar formas básicas de energía indagando sobre la hibernación de animales. Los niños aprenden sobre el aislamiento térmico y cómo airear las habitaciones de una manera que permita el buen intercambio de aire sin desperdiciar energía. El programa de desarrollo profesional de la iniciativa se menciona en el informe de la UNESCO sobre la implementación del ODS 4 en todo el mundo⁶⁹.

Todas las actividades de la iniciativa educativa se basan en la investigación y se evalúan de manera continua. La Fundación "Haus der kleinen Forscher" como organización de aprendizaje entabla un diálogo abierto con científicos y profesionales y colabora internacionalmente con varios países. La Fundación contribuye a grupos de expertos como el foro de expertos que impulsa el Programa de Acción Global de la UNESCO (GAP) sobre EDS en Alemania⁷⁰. Este foro se ha desarrollado y actualmente está implementando el Plan de Acción Nacional sobre EDS en Alemania.

Experimento, Siemens Stiftung (Europa)

Con el programa de educación internacional Experimento para educadores y profesores, Siemens Stiftung está comprometido con la educación científica y tecnológica orientada hacia los valores, que se inicia en el jardín de infantes y continúa hasta la graduación de secundaria⁷¹. El programa se centra en la experimentación independiente, la exploración y la comprensión de los fenómenos naturales relacionados con la energía, el medio ambiente y la salud. Al abordar cuestiones relacionadas con la formación de valores y el uso de la enseñanza y los formatos de aprendizaje socialmente pertinentes, las clases están destinadas a enseñar actitudes y comportamientos que son socialmente responsables, conscientes y guían un desarrollo sostenible tanto para la sociedad y para el medio ambiente. Los materiales creados para este propósito están disponibles digitalmente; son gratuitos y tienen licencia abierta (OER) para permitir que el mayor número de personas en todo el mundo accedan a una educación de alta calidad⁷².

El interés en la ciencia y la tecnología no tiene fronteras: el programa educativo Experimento ahora apoya a maestros en 13 países para brindar a los niños y jóvenes las habilidades que necesitan para un futuro exitoso. A través de talleres de varios días, los capacitadores muestran cómo preparar experimentos emocionantes con materiales simples y cómo implementarlos de una manera didácticamente atractiva en las clases de ciencia y tecnología.

El contenido del programa se adapta a las circunstancias de cada país o se integra en el sistema educativo existente a través de una estrecha cooperación con universidades, instituciones de

⁶⁹ Beyond commitments – How countries implement SDG 4 (2019). Una publicación especial con motivo del Foro Político de Alto Nivel en 2019, preparado por el equipo del Informe de Monitoreo de la Educación Global bajo el auspicio del Comité Directivo ODS-Educación 2030. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000369008/PDF/369008eng.pdf.multi>

⁷⁰ <https://www.bne-portal.de/en/german-national-action-plan/gap-implementation-structures-germany>

⁷¹ <https://www.siemens-stiftung.org/projects/experimento/>

⁷² https://medienportal.siemens-stiftung.org/experimento_matrix&changelang=en?id=experimento_matrix
<https://medienportal.siemens-stiftung.org/experimento>

formación docente, escuelas, centros de formación profesional, fundaciones, instituciones bilaterales y multilaterales y autoridades públicas. Esto crea una sinergia efectiva y un ciclo animado de nuevas ideas.

Oficina de Educación Climática (OCE): una iniciativa internacional para la educación sobre el cambio climático (Europa)

La Oficina de Educación Climática (OCE)⁷³ se creó en 2018 para promover una fuerte cooperación internacional entre organizaciones científicas, instituciones educativas y ONG, con el objetivo de educar a las generaciones jóvenes de hoy y de mañana sobre el cambio climático. Estas nuevas generaciones tendrán que estar preparadas para vivir en un mundo cambiante. Por lo tanto, la OCE tiene como objetivo proporcionarles las herramientas que necesitan para comprender y actuar, y estar al tanto de las ideas recibidas y evitar la irracionalidad.

La OCE y sus socios producen recursos educativos y proporcionan desarrollo profesional y apoyo a los docentes de todo el mundo, particularmente en los países en desarrollo. Con sede en París, el equipo operativo de OCE coordina una red mundial de socios locales y regionales. Esta red cuenta con el apoyo tanto de la comunidad científica (instituciones de investigación, academias de ciencias) como de diversas ONG, que contribuyen con su experiencia a la producción de recursos educativos y al desarrollo profesional y al apoyo de campo de los docentes. Esta comunidad de práctica asegura que las escuelas se muevan para enfrentar los desafíos futuros de una manera sostenible y holística, profundamente arraigada en su entorno social y comunidades locales.

Los recursos propuestos por la OCE y sus socios incluyen actividades de aprendizaje basadas en la indagación, como actividades de investigación, aprendizaje basado en proyectos, juegos de rol, debates, etc. Estos recursos tienen como objetivo promover la acción y el pensamiento positivo, teniendo en cuenta los problemas sociales que están inherentemente vinculados a la adaptación al cambio climático y los desafíos que enfrenta la mitigación de los impactos del cambio climático.

La OCE ayuda a las instituciones públicas a cargo de construir y definir políticas públicas educativas relacionadas con el desarrollo sostenible, a partir de la inclusión de temáticas relacionadas con cambio climático tanto en el currículo escolar como en las iniciativas de desarrollo profesional para docentes. De esta manera apoyan la formulación de políticas educativas.

StarT (Europa)

En StarT⁷⁴ en Finlandia, los estudiantes realizan proyectos relacionados con la ciencia, la tecnología o las matemáticas, y los maestros obtienen apoyo en la implementación del aprendizaje interdisciplinario y colaborativo basado en proyectos. Con el fin de difundir las innovaciones realizadas en las aulas de todo el mundo, StarT comparte y otorga anualmente premios a los proyectos estudiantiles más distinguidos y las mejores prácticas educativas de los maestros. El objetivo principal de StarT es trabajar hacia un futuro mejor mediante la promoción en los niños, a través del programa internacional StarT, de habilidades STEM y habilidades para el siglo XXI. Como tal, los proyectos StarT empoderan a los niños a usar STEM para resolver problemas relacionados con la sostenibilidad mostrándoles que pueden contribuir activamente a

⁷³ <http://www.oce.global/en/node/8>

⁷⁴ <https://start.luma.fi/en/>

un futuro mejor. Además, StarT ofrece, por ejemplo, cursos masivos abiertos en línea (MOOC), un banco de materiales, un club virtual y el programa embajadores de StarT. Associated StarT está organizado por el Centro LUMA de Finlandia.

Pontificia Universidad Católica de Chile, Campus Villarrica (Sur América)

En su campus de Villarrica⁷⁵, la Pontificia Universidad Católica de Chile ofrece certificación a los maestros en formación y aquellos en servicio a través de cursos que cubren temas como; aprendizaje basado en la indagación, ciencia del sonido, enfoques pedagógicos para el siglo XXI y aprendizaje basado en proyectos. Todos estos cursos consisten en conferencias y trabajos prácticos en las escuelas. Las actividades educativas son planificadas por las escuelas en colaboración con la universidad teniendo en cuenta sus necesidades y capacidades. El año pasado, el Campus Villarrica complementó las certificaciones mencionadas anteriormente con un diplomado centrado en Educación para el Desarrollo Sostenible. Este diplomado busca permitir que los maestros brinden a los niños oportunidades para dar forma al cambio local y, al brindarles experiencias más contextualizadas, transformar sus propias realidades hacia un mundo más sostenible.

También se ha desarrollado una estrategia pedagógica para establecer un diálogo entre el conocimiento científico y el indígena en Villarrica, situada en la región de la Araucanía, que concentra la mayor proporción de indígenas mapuche del país. La adaptación llamada "Epu Trokin Kimun"⁷⁶ (Intercambio entre dos saberes en lengua mapuche) proporciona recursos educativos para implementar actividades de aprendizaje basadas en proyectos pertinentes basadas en el lugar. Recursos educativos gratuitos para fomentar la investigación junto con algunos ejemplos de casos reales están disponibles en el sitio web para fomentar más iniciativas en las escuelas.

Territorios STEAM Fundación Siemens (Sur América)

En los territorios STEAM, los actores de la sociedad civil, la ciencia, la economía y el estado se unen y forman alianzas locales para fomentar y fortalecer la educación STEAM en toda la cadena educativa dentro de un espacio geográficamente definido. Este enfoque sistémico apunta a contextos y problemas locales específicos, para responder a desafíos globales como la promoción de la educación científica y tecnológica, la promoción de las habilidades del siglo XXI y el desarrollo sostenible integral tanto en la sociedad como en el medio ambiente. Al albergar muchos programas educativos innovadores, los Territorios STEAM pueden denominarse incubadoras fuertes para la innovación educativa.

La idea del territorio STEAM se basa en la experiencia del modelo de red alemán "MINT Regionen", que está dirigido por Koerber Stiftung y el National STEM Forum en Alemania. Siemens Stiftung adaptó este modelo de red internacionalmente e inició el proyecto del Territorio STEAM en América Latina, donde hasta ahora seis territorios STEAM ya están operando: Territorio STEAM Valparaíso (Chile), Territorio STEAM Macro Zona Sur (Chile), Territorio STEAM Región Tacna (Perú), Territorio STEAM Miraflores, Lima (Perú), Territorio STEAM + H Medellín (Colombia) y Territorio STEAM Estado de México (México).

⁷⁵ <http://www.villarrica.uc.cl/>

⁷⁶ www.eputrokinkimun.org

En Perú, por ejemplo, el enfoque “Matemáticas y comunicación para todos” utiliza los siguientes criterios al hablar sobre acciones STEAM relacionadas con el desarrollo sostenible para ayudar a los maestros a ponerlo en práctica en el aula:

- Integración mínima de al menos dos disciplinas STE(A)M.
- El aprendizaje en las sesiones de clase toma, como punto de partida, el contexto de la vida real.
- Las actividades promueven la resolución de un desafío, un problema y una necesidad. Alientan a los niños a identificar problemáticas.
- Incorpora aprendizaje activo y metodologías basadas en el hacer (por ejemplo, aprendizaje basado en la indagación, y en proyectos).
- Generación de un producto final que impacta positivamente un problema del contexto.
- Promueve el autoaprendizaje.
- Vincula los ODS y promueve las competencias del siglo XXI.
- Fomenta el trabajo grupal que contribuye a la reflexión, la toma de decisiones y la construcción del aprendizaje.

Por lo tanto, muchas iniciativas en todo el mundo han comenzado a aumentar el potencial de la educación STEM temprana por un futuro más sostenible. Muestran lo que es posible y podrían inspirar a otros también.

IX. Conclusiones y perspectivas

Este documento analizó de qué manera la educación STEM basada en la indagación podría servir para mejorar el desarrollo sostenible y desarrollar capacidades para las generaciones futuras. Abogó por un enfoque integrado y transdisciplinario de Educación STEM para el Desarrollo Sostenible (Educación STEM4SD). Tal enfoque agrega valor a la educación de los jóvenes porque proporciona los fundamentos para comprender cómo desarrollar mentalidades de sostenibilidad y utilizar el conocimiento reflexivo de STEM para el bien social.

A través del marco provisto y los ejemplos que lo acompañan de todo el mundo, el "Diálogo Internacional sobre Educación STEM" (IDoS) realizado en Berlín, del 5 al 6 de diciembre de 2019, buscó demostrar cómo los educadores pueden abordar el complejo contexto de los desafíos globales y alentar a los jóvenes a extraer de sus competencias STEM y del método científico como base clave para una acción racional en nuestro mundo. El conocimiento, las habilidades y la comprensión de los fenómenos de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas pueden ayudar a los estudiantes a comprender problemas globales y apoyar acciones en la sociedad que aborden estos desafíos de una manera significativa y basada en el conocimiento.

Este documento describió un conjunto de principios rectores de la Educación STEM4SD. Estos principios pueden dar orientación, potenciar la colaboración o impulsar nuevas discusiones sobre educación y desarrollo orientados hacia el futuro. El documento refleja el estado actual de pensamiento sobre este tema emergente, tal como lo comparten los expertos involucrados en la comunidad internacional. A medida que continúe el diálogo entre las partes interesadas de la ciencia, la práctica y las políticas, y la experiencia de los crecimientos de la práctica, pueden surgir ajustes futuros.

Las siguientes personas son autores principales de este documento⁷⁷:

- **Dr. Janna Pahnke**, Director científico, Coordinador de la división de investigación y monitoreo de la Fundación “Haus der kleinen Forscher”, Alemania.
- **Dr. Carol O'Donnell**, Director, Ejecutivo Senior, Smithsonian Science Education Center, EE. UU.
- **Martín Bascopé**, Profesor asistente, Pontificia Universidad Católica de Chile, Campus Villarrica, Chile

Agradecemos a las siguientes personas quienes revisaron el documento y aportaron ejemplos prácticos del enfoque de Educación STEM4SD:

- **Prof. Dr. Maija Aksela**, Directora Luma Center, Helsinki, Finlandia
- **Prof. Juan Carlos Andrade**, Gerente de Proyectos en Innovec, Ciudad de México, México
- **Prof. Hans Bachor**, Secretario de Educación de la Academia Australiana de Ciencias, Canberra, Australia.
- **Claudette Bateup**, Director de Educación, Academia Australiana de Ciencias, Australia
- **Badin Borde**, Gerente de Proyectos de Educación, Siemens Stiftung
- **Ruetai Chongsrid**, Director principal de la División de Desarrollo del Programa de Asuntos Académicos y Ciencias de la Juventud, Agencia Nacional de Desarrollo de Ciencia y Tecnología (NSTDA), Ministerio de Ciencia y Tecnología, Tailandia
- **Dr. Barbara Filtzinger**, Jefe de la Unidad de Educación en Siemens Stiftung, Munich, Alemania
- **Ute Krümmel**, Jefe de Proyecto "Educación para el Desarrollo Sostenible", Fundación "Haus der kleinen Forscher", Alemania.
- **Prof. Dr. Armin Lude**, Profesor de Educación Biológica, Universidad de Educación de Ludwigsburg, Alemania; Miembro del Consejo Científico Asesor de la Fundación "Haus der kleinen Forscher"
- **Mayte Morales Arce**, Directora del Instituto APOYO, Lima, Peru
- **Nyokabi Njuguna**, Directora ejecutiva en Impacting Youth Trust, Nairobi, Kenia.
- **Dr. Kanchulee Punyain**, Educadora en la Oficina de la Comisión de Educación Básica, Bangkok, Tailandia
- **Jasemin Seven**, Jefe de proyecto "Diálogo internacional sobre educación STEM", Fundación "Haus der kleinen Forscher", Alemania
- **Prof. Uchenna Udeani**, Profesor de Investigación en la Universidad de Lagos, Lagos, Nigeria.
- **David Wilgenbus**, Director Ejecutivo del Programa de la Oficina de Educación Climática, París, Francia

⁷⁷ Por favor citar de la siguiente manera:

Pahnke, J., O'Donnell, C. & Bascopé, M. (2019). El uso de la ciencia para el bien común: Educación STEM para el desarrollo sostenible. Documento de discusión desarrollado en preparación para el segundo Diálogo Internacional sobre Educación STEM. (IDoS) realizado en Berlín, Diciembre 5–6, 2019. Ver: www.haus-der-kleinen-forscher.de

Las siguientes personas apoyan los hallazgos presentados en este documento:

- **Prof. Dr. Marco Adamina**, Profesor del Instituto de Investigación, Desarrollo y Evaluación y del Instituto de Preescolar y Escuela Primaria, PH Bern, Alemania
- **Dr. Lori Adams Chabay**, Gerente ejecutivo, LCC: Early Learning Center, McLean Virginia, USA
- **Prof. Dr. Maija Aksela**, Directora del Luma Center, Helsinki, Finlandia
- **Ramadan Aliti**, CEO, Centro de Educación y Aprendizaje Innovador - STEMLab, Norte Macedonia
- **Prof. Dr. Jutta Allmendinger**, Presidente del Centro de Ciencias Sociales de Berlín WZB, Alemania
- **Charlotte Høeg Andersen**, Directora de Educación, The Index Project, Dinamarca
- **Prof. Juan Carlos Andrade**, Gerente de Proyectos en Innovec, Ciudad de México, México
- **Julia André**, Jefe de la Unidad de Educación, Fundación Koerber, Alemania
- **Tonye Atiegoba**, Cofundador, Empowering Africans through Education Initiative, Nigeria
- **Prof. Hans Bachor**, Secretario de Educación de la Academia Australiana de Ciencias, Canberra, Australia.
- **Martín Bascopé**, Profesor asistente, Pontificia Universidad Católica de Chile, Campus Villarrica, Chile
- **Claudette Bateup**, Directora de Educación, Academia Australiana de Ciencias, Australia
- **Prof. Dr. Fabienne Becker-Stoll**, Jefe del Instituto Estatal de Investigación de la Primera Infancia de Baviera, IFP, Alemania; Miembro del Consejo Científico Asesor de la Fundación "Haus der kleinen Forscher"
- **Dr. Indarjani Indarjani**, Subdirectora de Programa, Centro Regional SEAMEO para QITEP en Ciencias, Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad Islámica de As-syafi'iyah, Indonesia
- **Ivy Boatemaa Danso**, Oficial de Desarrollo y Capacitación del Personal, Oficina Municipal de Educación, Ghana
- **Prof. Dr. Antje Boetius**, Directora de la División de Biociencias, Ecología y Tecnología del Mar Profundo en el Instituto Alfred Wegener, Centro Helmholtz de Biociencias de Investigación Marina y Polar, Alemania
- **Badin Borde**, Gerente de Proyectos en Educación, Siemens Stiftung
- **Werner Busch**, Gerente Senior de Proyectos en Educación, Siemens Stiftung
- **Dr. Coral Campbell**, Profesora asociada, Deakin University, Australia
- **Dr. Michael Canu**, Profesor asociado, Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Colombia
- **Beatriz Cattori**, Fundadora y gerente general, Pequeños Científicos México, México
- **Vito Cecere**, Director de Investigación y Política de Relaciones Académicas y Relaciones Culturales Política, Ministerio Federal de Relaciones Exteriores, Alemania
- **Prof. Dr. Ilan Chabay**, Jefe de Iniciativas y Programas de Ciencia Estratégica y Líder de Proyecto Científico de los proyectos GSSF y KLASICA en el Instituto de Estudios Avanzados de Sostenibilidad (IASS) en Potsdam, Alemania
- **Kim Chongsatitwatana**, CEO y Gerente de Proyectos, Nanmeebooks / Little Scientists' House Thailandia, Tailandia
- **Ruetai Chongsrid**, Directora principal de la División de Desarrollo del Programa de Asuntos Académicos y Ciencias de la Juventud, Agencia Nacional de Desarrollo de Ciencia y Tecnología (NSTDA), Ministerio de Ciencia y Tecnología, Tailandia

- **Prof. Dr. Iris Duhn**, Profesora Asociada en la Facultad de Educación de la Universidad de Monash, Melbourne, Australia.
- **Chinenye Ezeakor**, Cofundadora, Empowering Africans through Education Initiative, Nigeria
- **Frauke Ferber**, Profesora de escuela primaria, Grundschule Malesfelsen, Alemania
- **Dr. Barbara Filtzinger**, Jefe de la Unidad de Educación en Siemens Stiftung, Alemania; Miembro de la Junta de la Fundación "Haus der kleinen Forscher"
- **Dr. Ange Fitzgerald**, profesora asociada (currículo científico y pedagogía), Universidad del Sur de Queensland, Australia
- **Michael Fritz**, Gerente ejecutivo de la Fundación "Haus der kleinen Forscher", Alemania
- **Prof. Dr. Wassilios Fthenakis**, Presidente Honorario, Asociación Didacta, Alemania
- **Maria Natalia Garcia**, Directora, Fundación Siemens Colombia, Colombia
- **Andy Forest**, Director Ejecutivo, STEAM Labs, Canada
- **Prof. Dr. Ulrich Gebhard**, Profesor de la Facultad de Educación de la Universidad de Hamburgo, Alemania.
- **Prof. Dr. Gerhard de Haan**, Jefe de la División de Educación e Investigación de Futuros, Freie Universität Berlin, Alemania
- **Prof. Dr. Marcus Hasselhorn**, Director Ejecutivo del Instituto Leibniz de Investigación e Información en Educación (DIPF), Alemania; Miembro del Consejo Científico Asesor de la Fundación "Haus der kleinen Forscher"
- **Nina Henke**, Consultora "International Dialogue", Fundación "Haus der kleinen Forscher", Alemania
- **Walter Hirche**, Presidente del Comité de Educación, Comisión Alemana para la UNESCO
- **Daniela Hopf**, Jefa de la oficina de Munich, Siemens Stiftung, Alemania
- **Prof. Dr. Christoph Igel**, Profesor de Tecnologías Educativas, Facultad de Informática, Universidad Técnica de Chemnitz, Alemania; Profesor de Tecnologías de la Información, Facultad de Tecnología e Ingeniería, Universidad Steinbeis de Berlín, Alemania; Profesor visitante, Escuela de educación a distancia, Universidad de Shanghai Jiao Tong, China; Miembro del Consejo Científico Asesor de la Fundación "Haus der kleinen Forscher"
- **Prof. Dr. Bernhard Kalicki**, Jefe del Departamento "Niños y Cuidado Infantil", Instituto Alemán de la Juventud (DJI), Alemania; Miembro del Consejo Científico Asesor de la Fundación "Haus der kleinen Forscher"
- **Prof. Hari Kamali**, Profesor Asociado de educación, Kailali Multiple Compus, Tribhuvan Universidad, Nepal
- **Prof. Dr. Alexander Kauertz**, Jefe del Grupo de Investigación "Física y Tecnología", Universidad de Koblenz-Landau, Alemania; Miembro del Consejo Científico Asesor de la Fundación "Haus der kleinen Forscher"
- **Dr. Hanno van Keulen**, Profesor de Educación, Windesheim University of Applied Science, Países Bajos
- **Phuriwat Khamaikawin**, Director, Oficina de Excelencia en Educación Científica, Oficina de la Comisión de Educación Básica, Ministerio de Educación, Tailandia
- **Prof. Dr. Jürgen Kluge**, Fundador de "Kluge & Partner" y asesor del Bank of America Merrill Lynch, Estados Unidos; Vicepresidente de la Junta de la Fundación "Haus der kleinen Forscher"
- **Prof. Dr. Thorsten Kosler**, Profesor de Didáctica de la Ciencia, Universidad Pedagógica del Tirol, Austria
- **Solveigh Krause**, Consultor de la División de Inversión e Innovación en Educación, Ministerio Federal de Educación e Investigación, Alemania

- **Ute Krümmel**, Jefe de proyecto "Educación para el desarrollo sostenible", Fundación "Haus der kleinen Forscher", Alemania
- **Cally Kuhne**, Especialista Senior en Educación - Desarrollo de la Primera Infancia, Universidad de Ciudad del Cabo, Unidad de Desarrollo Escolar, Sudáfrica
- **Guillermo Legorreta Martinez**, Subsecretario General de Educación, Secretaría de Educación del Gobierno del Estado de Mexico, Mexico
- **Prof. Pierre Lena**, Presidente, Office for Climate Education / La main á la pâte, France
- **Meike Leupold**, Subdirector de la Fundación Dietmar Hopp; Miembro de la Junta de la Fundación "Haus der kleinen Forscher"
- **Anette Markula**, Gerente de Proyectos internacionales, LUMA Centre, Finlandia
- **Prof. Gema Mercado**, Secretaria de Educación del estado de Zacatecas, México
- **Dr. Edward Mifsud**, Profesor titular de JC II, Departamento de Biología, Universidad de Malta, Malta
- **Dr. Silvia Montoya**, Directora, Instituto de Estadística de la UNESCO (UIS), Canadá
- **Magdalena Moreno Ortiz**, Subsecretaria, Secretaría de Educación, México
- **Nadine Morgan**, Coordinadora de Pre-K, Escuela Internacional Alemana de Nueva York, EE. UU.
- **Brigitte Moulart**, Formadora, Wij zijn JONG / Techniek & ik, Países Bajos
- **Dr. Margret Lohmann**, Jefa de la División de Desarrollo de Contenido y Desarrollo Profesional Continuo, Fundación "Haus der kleinen Forscher", Alemania
- **Prof. Dr. Armin Lude**, Profesor de Educación Biológica, Universidad de Educación de Ludwigsburg, Alemania; Miembro del Consejo Científico Asesor de la Fundación "Haus der kleinen Forscher"
- **Prof. Dr. Johannes Magenheimer**, Jefe de Didáctica de la Informática, Universidad de Paderborn, Alemania; Miembro del Consejo Científico Asesor de la Fundación "Haus der kleinen Forscher"
- **Prof. Dr. Megan McClelland**, Directora, Hallie E. Ford Center for Healthy Children & Families, Oregon State University, USA
- **Prof. Dr. Jürgen Mlynek**, Ex Presidente de la Humboldt-Universität zu Berlin; Presidente de la Junta de la Fundación "Haus der kleinen Forscher"
- **Prof. Dr. Heike Molitor**, Profesora de Educación Ambiental y EDS, Universidad Eberswalde para el Desarrollo Sostenible, Alemania
- **Mayte Morales Arce**, Directora del Instituto APOYO, Lima, Perú.
- **Prof. Dr. Kai Niebert**, profesor del Instituto de Educación de la Universidad de Zurich; presidente de "Deutscher Naturschutzring", Alemania
- **Eva Niederhafner**, Jefa del Equipo de Investigación y Desarrollo, Fundación „Haus der kleinen Forscher“, Alemania
- **Christine Niewöhner**, Gerente Senior de Proyectos en Educación, Siemens Stiftung
- **Nyokabi Njuguna**, Directora Ejecutiva de Impacting Youth Trust, Nairobi, Kenia
- **Eric Nyamwaro**, Jefe de Secretaría, Tecnología de Ciencia Juvenil Fuera de la Escuela y Programa de Innovación (OSYSTEI), Kenia
- **Dr. Carol O'Donnell**, Directora, Ejecutiva Principal, Centro Smithsonian de Educación Científica, Estados Unidos
- **Darius Ogutu**, Director de Educación Universitaria e Investigación, Ministerio de Educación, Kenia
- **Rebecca Ottmann**, Gerente Senior de Proyectos en Educación, Siemens Stiftung
- **Dr. Andreas Paetz**, Consultor, Ministerio Federal de Educación e Investigación, Alemania
- **Dr. Janna Pahnke**, Jefa de la División de Investigación y Monitoreo, Directora Científica, Fundación "Haus der kleinen Forscher", Alemania

- **Prof. Dr. Uwe Pfenning**, Profesor del Instituto de Ciencias Sociales, Universidad de Stuttgart, Alemania.
- **Birgit Pfitzenmaier**, Subdirector Gerente, Baden-Württemberg Stiftung gGmbH, Alemania
- **Dr. Kanchulee Punyain**, Educador en la Oficina de la Comisión de Educación Básica, Bangkok, Tailandia
- **Prof. Dr. Jörg Ramseger**, Profesor Emérito del Centro de Investigación de Educación Primaria, Freie Universität Berlin, Alemania; Miembro del Consejo Científico Asesor de la Fundación "Haus der kleinen Forscher"
- **Nawneet Ranjan**, Fundador, Dharavi Diary: Proyecto de innovación en barrios marginales y rurales, India
- **Meike Rathgeber**, Consultora "Educación para el Desarrollo Sostenible", Fundación "Haus der kleinen Forscher", Alemania
- **Claudia Robles**, Coordinadora, Innovación en Educación Científica (INNOVEC), México
- **Prof. Dr. Hans-Günther Roßbach**, Profesor emérito de la Cátedra de Primera Infancia Educación, Universidad de Bamberg, Alemania; Presidente de la Junta Científica Asesora de Fundación "Haus der Kleinen Forscher"
- **Matthias Rumpf**, Oficial de prensa, Centro de Berlín de la OCDE, Alemania
- **Dr. Andrea Safran**, Asistente de Investigación en la Facultad de Psicología y Educación. Ciencias, Ludwig-Maximilians-Universität München, Alemania
- **Prof. Dr. Annette Scheerso**, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Alemania
- **Prof. Andreas Schleicher**, Director de la Dirección de Educación y Habilidades, OCDE, Francia
- **Stefanie Schlunk**, Presidenta de Ciencias en el escenario Europa e.V., Alemania
- **Dr. Andreas Schmitt**, Científico Principal, Universidad Martin Luther Halle-Wittenberg, Alemania
- **Christine Schneyer**, Consultora de Asuntos Internacionales, FRÖBEL Bildung und Erziehung gGmbH, Alemania
- **Prof. Dr. Pia S. Schober**, Profesora de sociología, Universidad de Tübingen, Alemania; Miembro del Consejo Científico Asesor de la Fundación "Haus der kleinen Forscher"
- **Susanne Schubert**, Directora Gerente, Innowego - Forum Bildung & Nachhaltigkeit eG, Alemania
- **Sibylle Seidler**, Directora de proyecto, Little Scientists Australia, Australia
- **Jasemin Seven**, Jefe de proyecto "Diálogo internacional sobre educación STEM", "Haus der Fundación Kleinen Forscher", Alemania
- **Viktor Shapovalov**, Investigador, Academia Menor de Ciencias de Ucrania, Ucrania
- **Yevhenii Shapovalov**, Investigador, Centro Nacional de la Academia Junior de Ciencias, Ucrania
- **Jill Shinderman**, Directora de Barclay Square Media, EE. UU.
- **Mary W. Sichangi**, Experta sénior en educación matemática, jefa de asociaciones, vínculos y Formación Internacional, CEMASTEAM, Kenia
- **Dr. Nathalie von Siemens**, Directora Gerente, Siemens Stiftung, Alemania
- **Dr. Mandy Singer-Brodowski**, Asistente de Investigación en Educación e Investigación de Futuros División, Freie Universität Berlin, Alemania
- **Kathryn Steenkamp (Kure)**, CEO, STEAM Foundation NPC, Sudáfrica
- **Prof. Dr. Mirjam Steffensky**, Profesor Asociado de Educación Química - Ciencia Temprana Educación, Instituto Leibniz para la Educación en Ciencias y Matemáticas (IPN) en el Christian Universidad Albrechts Kiel, Alemania; Miembro del Consejo Científico Asesor de la "Haus der kleinen Forscher" Fundación

- **Claudia Striffler**, Jefa de comunicaciones de la división, “Haus der kleinen Forscher” Fundación, Alemania
- **Bianca B.M. Talassi**, Secretaria ejecutiva de la Fundação Siemens Brasil, Brasil
- **Prof. Oon Seng Tan**, Director del Centro de Investigación en Desarrollo Infantil (CRCD), Singapur
- **Dr. Ha Vinh Tho**, Ex-Director de programa del Centro de Felicidad Nacional Bruta (GNH) Bután y cofundador de la Fundación Eurasia, Vietnam
- **Prof. Dr. Wolfgang Tietze**, Director Gerente, PädQUIS gGmbH, Alemania; Miembro de Consejo Científico Asesor de la Fundación "Haus der kleinen Forscher"
- **Onyango Tumbo**, Subdirector Adjunto Comisión de Servicios Docentes, Kenia
- **Dr. Lady Sue Dale Tunnicliffe**, Lectora en Ciencias de la Educación y Presidenta de la Commonwealth Asociación de Educadores de Ciencia, Tecnología y Matemáticas (CASTME), University College Instituto de Educación, UCL IOE, Reino Unido
- **Prof. Uchenna Udeani**, profesora de investigación en la Universidad de Lagos, Lagos, Nigeria.
- **Prof. Dr. Daniela Ulber**, profesora de la Facultad de Ciencias Empresariales y Sociales de Hamburgo, Universidad de Ciencias Aplicadas, Alemania
- **Kelvin Umechukwu**, Gerente de programa, Academia TechQuest STEM, Nigeria
- **Dr. Sandra Unbehaum**, Coordinadora de Investigación Educativa de la Fundación Carlos Chagas Departamento, Fundación Carlos Chagas, Brasil
- **Rakesh Vazirani**, Jefe de Sostenibilidad, TUV Rheinland, Hong Kong
- **Prof. Dr. Johannes Verch**, Profesor de Trabajo Social con enfoque en ESD, Alice Salomon Hochschule Berlin, Alemania
- **Julia Viehöfer**, Comisión Alemana para la UNESCO, Alemania
- **Ulrike Wahl**, Jefa de la Oficina Regional para América Latina, Siemens Stiftung, Alemania
- **Prof. Dr. Catherine Walter-Laager**, Vicerrectora de Estudios y Docencia, Universidad de Graz y Jefe de Proyecto, PädQUIS gGmbH, Alemania; Miembro del Consejo Científico Asesor de la Fundación "Haus der kleinen Forscher"
- **Prof. Dr. Hartmut Wedekind**, Profesor de Educación y Didáctica de la Primera Infancia, Alice Salomon Hochschule Berlín, Alemania
- **Prof. Dr. Christian Wiesmüller**, Profesor del Instituto de Física y Técnica - Educación, Universidad de Educación PH Karlsruhe y Director Gerente, Deutsche Gesellschaft für Technische Bildung (DGTB), Alemania; Miembro del Asesor Científico Consejo de la Fundación "Haus der kleinen Forscher"
- **Prof. Dr. Otmar D. Wiestler**, Presidente de la Asociación Helmholtz, Alemania; Miembro de la Junta de la Fundación "Haus der kleinen Forscher"
- **Dr. Ekkehard Winter**, Director Ejecutivo, Deutsche Telekom Stiftung, Alemania; Miembro de la Junta de la Fundación "Haus der kleinen Forscher"
- **David Wilgenbus**, Director Ejecutivo del Programa de la Oficina de Educación Climática
- **Dr. Dagmar Wolf**, Vicepresidente Senior de Educación, Robert Bosch Stiftung GmbH, Alemania
- **Prof. Dr. Bernd Wollring**, Profesor Emérito de la Facultad de Matemáticas y Ciencias Naturales, Universidad de Kassel, Alemania; Miembro del Consejo Científico Asesor de la Fundación "Haus der kleinen Forscher"
- **Ryoei Yoshioka**, Investigador Principal, Instituto Nacional de Investigación de Políticas Educativas, Japón

Este documento de posición fue discutido y publicado en el "Diálogo Internacional sobre Educación STEM" (IDoS) en Berlín, del 5 al 6 de diciembre de 2019. **Esta lista está abierta para personas que están de acuerdo con los principios principales descritos en el documento y que quisiera respaldar el documento.** Ver en: <https://www.haus-der-kleinen-forscher.de/en/international-dialogue-on-stem-education/idos2019/position-paper/>