

STEAM para la sostenibilidad: integrando la educación estadística y científica en un contexto rural

STEAM for sustainability: integrating statistics and science education in a rural context.

STEAM para sustentabilidade: integrando estatística e educação científica em um contexto rural

Marcela Silva-Hormazábal
Universidad Austral de Chile
Puerto Montt, Chile
marcela.silva@uach.cl

 ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1955-1633>

Ángel Alsina
Universidad de Girona
Girona, España
angel.alsina@udg.edu

 ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8506-1838>

Recibido – Received – Recebido: 20/04/23 - Corregido – Revised – Revisado: 23/06/23 - Aceptado – Accepted – Aprovado: 03/07/23

DOI: <https://doi.org/10.22458/ie.v25i39.4728>

URL: <https://revistas.uned.ac.cr/index.php/innovaciones/article/view/4728>

Resumen: En los últimos años ha aumentado el interés para dar respuesta a las crisis social, ambiental y económica del mundo contemporáneo. Para ello, se ha impulsado la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) y la Educación STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) como estrategias para enfrentar las problemáticas. Sin embargo, los nuevos enfoques de naturaleza interdisciplinar han recibido escasa o nula atención en los contextos rurales. Desde esta perspectiva, nuestro objetivo es describir la sistematización de una actividad STEAM para el desarrollo sostenible en un contexto rural multigrado, con estudiantes de 10 a 12 años. Para ello, se realiza una breve descripción conceptual de la educación STEAM, la EDS y su presencia en contextos rurales. Posteriormente, se describe el proceso de diseño de una actividad a partir de una unidad didáctica integrada (UDI), su implementación y algunas valoraciones de su impacto en la comunidad escolar. A partir del diseño e implementación de la UDI, que integra las fases de un ciclo de investigación estadística con la investigación científica, se concluye que: a) avanzar hacia una sociedad sostenible requiere una educación integral y equitativa, que permee todos los contextos escolares, incluyendo los rurales; b) el contexto rural ofrece una oportunidad única para desarrollar aprendizajes contextuales e interdisciplinarios y, con ello, promover competencias de sostenibilidad; y c) las investigaciones estadísticas son un recurso óptimo para ampliar las contribuciones que involucren Educación STEAM y EDS en contextos rurales.

Palabras claves: Educación para el Desarrollo Sostenible; STEAM, educación estadística, educación científica, contexto rural, educación primaria.

Abstract: In recent years, there has been a growing interest in responding to the social, environmental and economic crises of the contemporary world. To this end, Education for Sustainable Development (ESD) and STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics) Education have been promoted as strategies to face these problems. However, new approaches of an interdisciplinary nature have received little or no attention in rural contexts. From this perspective, our objective is to describe the systematization of a STEAM activity for sustainable development in a rural multigrade context, with students from 10 to 12 years old. For this purpose, a brief conceptual description of STEAM education, ESD and its presence in rural contexts is made. Subsequently, the process of designing an activity based on an integrated didactic unit (UDI), its implementation and some assessments of its impact on the school community are described. From the design and implementation of the ILU, which integrates the phases of a statistical research cycle with scientific research, it is concluded that:

a) moving towards a sustainable society requires a comprehensive and equitable education that permeates all school contexts, including rural ones; b) the rural context offers a unique opportunity to develop contextual and interdisciplinary learning and, thus, promote sustainability competencies; and c) statistical research is an optimal resource to expand contributions involving STEAM education and ESD in rural contexts.

Keywords: Education for Sustainable Development; STEAM, statistics education, science education, rural context, primary education.

Resumo: Nos últimos anos, tem havido um interesse crescente em responder às crises sociais, ambientais e económicas do mundo contemporâneo. Com esse objetivo, a Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS) e a Educação STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Arte e Matemática) foram promovidas como estratégias para abordar essas questões. No entanto, novas abordagens de natureza interdisciplinar têm recebido pouca ou nenhuma atenção em contextos rurais. A partir dessa perspectiva, nosso objetivo é descrever a sistematização de uma atividade STEAM para o desenvolvimento sustentável em um contexto rural de várias séries, com alunos de 10 a 12 anos de idade. Para isso, é feita uma breve descrição conceitual da educação STEAM, da EDS e de sua presença em contextos rurais. Em seguida, descrevemos o processo de elaboração de uma atividade com base em uma unidade de aprendizagem integrada (UI), sua implementação e algumas avaliações de seu impacto na comunidade escolar. A partir do projeto e da implementação da ILU, que integra as fases de um ciclo de pesquisa estatística com a pesquisa científica, conclui-se que: a) a mudança para uma sociedade sustentável exige uma educação abrangente e equitativa que permeie todos os contextos escolares, inclusive os rurais; b) o contexto rural oferece uma oportunidade única para desenvolver a aprendizagem contextual e interdisciplinar e, assim, promover habilidades de sustentabilidade; e c) a pesquisa estatística é um recurso ideal para expandir as contribuições que envolvem o STEAM e a EDS em contextos rurais.

Palavras-chave: Educação para o Desenvolvimento Sustentável; STEAM, educação estatística, educação científica, contexto rural, educação primária.

INTRODUCCIÓN

Desde hace un par de décadas, la sociedad se ha visto expuesta a diversas problemáticas sociales, económicas y ambientales que han movilizado a organismos y estados a establecer políticas que se centren en aportar soluciones en estas áreas. En el contexto, surgen iniciativas como la Agenda 2030 (UNESCO, 2015) y con ella los Objetivos para el Desarrollo Sostenible -ODS- (UNESCO, 2017) con los cuales se busca generar acciones que permitan acabar con la pobreza, proteger el planeta, velar por la prosperidad de la humanidad, alcanzar la paz y la justicia, así como también promover un espíritu de solidaridad mundial (UNESCO, 2015).

Sin embargo, tanto estas problemáticas como los ODS permean el sistema escolar; es más, uno de los 17 objetivos del plan estratégico (ODS 4) está directamente enfocado en propiciar una educación de calidad, inclusiva, equitativa y que promueva el aprendizaje continuo para todos y todas. En el contexto, la escuela, como motor del sistema educativo, se ve emplazada a realizar acciones concretas que permitan implementar una educación para el desarrollo sostenible (EDS); y con ello, contribuir a la formación de una ciudadanía mundial (UNESCO, 2015). Así también, se ha puesto de manifiesto que la educación en general y la escuela en particular son de vital importancia para promover la EDS, ya que “son agentes de cambio poderosos, que pueden dar con la respuesta educativa necesaria para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible” (UNESCO, 2017, p. 51).

En este escenario, la educación interdisciplinar cobra protagonismo, ya que permite proporcionar, desde un enfoque integrado, respuestas a demandas sociales, ambientales y económicas como las planteadas en los ODS. En la misma línea, la UNESCO ha situado a los enfoques educativos integrados STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) y STEAM (agregando artes al acrónimo), como un medio para alcanzar los ODS (UNESCO, 2018; UNESCO, 2019).

STEM como un enfoque educativo integrado es relativamente nuevo; sin embargo, su génesis tiene relación con la identificación del desinterés del estudiantado en carreras de las disciplinas STEM (Rocard *et al.*, 2007). Esta problemática generó preocupación política y, consecuentemente, se incentivaron una serie de medidas para la promoción y fomento de las vocaciones en estas áreas. Posteriormente, el acrónimo paulatinamente ha ido mutando hacia un enfoque educativo, con ello ha aumentado el interés en investigadores que abogan la integración de las A(rtes) a STEM, como una forma de “ayudar a contrarrestar el mayor enfoque en las materias STEM y la disminución de la educación artística” (Perignat & Katz-Buonincontro, 2019, p.32). Además, otros investigadores aluden a que existe evidencia que respalda la mejora de la creatividad, la resolución de problemas, la investigación científica, el pensamiento crítico y el desarrollo cognitivo (Wahyuningsih *et al.*, 2020). Además, se reconoce como una actualización pertinente a las necesidades de la sociedad actual, al integrar disciplinas como la tecnología y la ingeniería (Moore *et al.*, 2014).

Sin embargo, respecto a la conceptualización del término, aún existe ambigüedad (Aguilera & Ortiz-Revilla, 2021). No obstante, considerando las aportaciones de diversos autores, es posible indicar algunos elementos que contribuyen a caracterizar a STEAM como un enfoque educativo: en primer lugar, sustenta sus bases en la interdisciplinariedad entre las disciplinas que integran el acrónimo (Perignat & Katz-Buonincontro, 2019); en segundo lugar, se aplica a diversos niveles educativos (Silva-Hormazábal *et al.*, 2022); en tercer lugar, se centra en el diseño de soluciones a problemas auténticos (Bush *et al.*, 2020); en cuarto lugar, se utilizan diversas metodologías, en las cuales el estudiantado es protagonista, mientras que el profesorado se centra en proveer las experiencias necesarias para que se gesten el aprendizaje, además de monitorear y evaluar de manera continua. Las metodologías pueden ser el aprendizaje basado en investigación, el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje basado en problemas y/o aprendizaje basado en juegos (Ramos-Lizcano *et al.*, 2022); en quinto lugar, se centra en el desarrollo de la creatividad de la persona (Aguilera & Ortiz-Revilla, 2021); finalmente, puede ser implementado desde lo lúdico (Rodrigues-Silva & Alsina, 2023).

De tal forma, el enfoque STEAM permite diseñar secuencias didácticas a partir del sujeto y su contexto cotidiano (Silva-Hormazábal *et al.*, 2022). Además, con base en su carácter interdisciplinar, podemos hablar de una actividad, unidad o proyecto STEAM cuando se integran al menos dos de las disciplinas (Kelley y Knowles, 2016). En cuanto a la forma en que se integran las disciplinas, Illán y Molina (2011) proponen ocho modalidades: relacionando varias disciplinas; a través de tópicos; cuestiones de la vida cotidiana; temas seleccionados por el alumnado; conceptos; bloques históricos/geográficos; y culturas y/o grandes descubrimientos. No obstante, una reciente investigación evidencia que el profesorado tiende de manera natural a relacionar las disciplinas desde contenidos curriculares, con una tendencia marcada a la vinculación de la estadística con contenidos de otra disciplina (Iturbe-Sarunic y Silva-Hormazábal, 2022). En la misma línea, Alsina *et al.* (2023) declaran que uno de los desafíos para el profesorado es centrar la enseñanza de la estadística en un contexto relevante. Asimismo, Vásquez y Alsina (2022) enfatizan que la educación estadística entrega herramientas que permiten tanto comprender como dar respuestas a problemáticas reales, con lo cual se logra establecer conexiones entre disciplinas y contextos. Además, los autores sostienen que una posibilidad de promover la sostenibilidad es a través de proyectos que sigan las fases del ciclo de investigación estadística para resolver problemáticas centradas en los ODS y promover así competencias de sostenibilidad. En el mismo orden de ideas, Cebrián *et al.* (2021) han afirmado que “todas las instituciones educativas, -desde la educación preescolar hasta la superior y en la educación formal, no formal e informal- [debiesen hacer que] fomenten el desarrollo de competencias de sostenibilidad” (p. 2).

Con base en los argumentos expuestos, se asume la relevancia de implementar en las aulas escolares el enfoque STEAM integrado, a través de un aprendizaje auténtico, centrado en problemáticas de

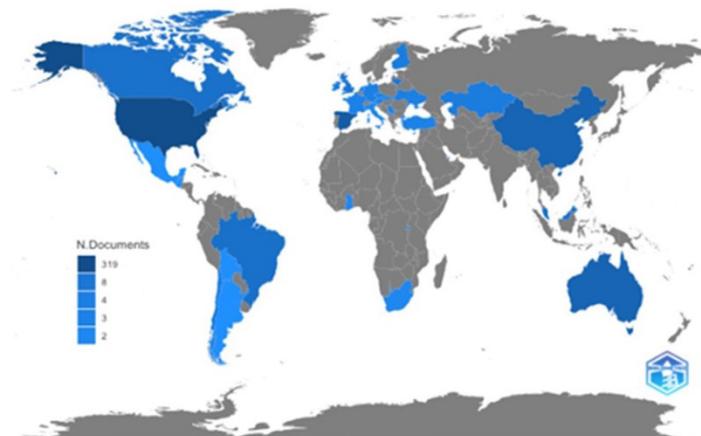
desarrollo sostenible y que sean abordadas desde la investigación estadística y la interdisciplinariedad. De esta forma, se pone de manifiesto que los retos implican grandes desafíos y esfuerzos para el profesorado, el cual requiere promover situaciones de aprendizaje contextualizadas con énfasis en el desarrollo sostenible desde la integración de disciplinas STEAM.

Portanto, cabe preguntarse si la educación rural está preparada para enfrentar el desafío. Específicamente, en el contexto chileno, la educación rural acoge a más de 277.000 niños y niñas de territorios litorales, cordilleranos e insulares más alejados y con una menor densidad poblacional; lo cual se traduce en un total de 3.299 escuelas rurales, correspondiente a un 29,2% de los establecimientos del país (MINEDUC, 2022). Sin embargo, a pesar de estas cifras, el alcance de iniciativas e investigaciones STEAM en contexto rural son limitadas a nivel internacional (Gavari-Starkie *et al.*, 2022).

Al realizar una revisión de la literatura en JCR (Journal Citation Reports), se encuentra que las aportaciones STEM-STEAM en el ámbito rural son escasas y que, si bien datan de 2007, han tenido su mayor crecimiento a partir de 2020. A pesar de ello, todavía son incipientes y, aún más, en el contexto iberoamericano. El análisis bibliométrico realizado a través de *Biblioshiny* (Aria, & Cuccurullo, 2017) evidencia que solo Brasil sobresale con 14 aportaciones; el resto de los países aún está en niveles muy inferiores con menos de cinco publicaciones, lo cual se presenta como una diferencia abismal en contraste con las 319 de Estados Unidos, tal como se aprecia en la figura 1.

Figura 1

Producción científica en STE(A)M Rural por países



Nota: Imagen creada por Biblioshiny

Sin embargo, más allá de las recientes publicaciones que vinculan STEAM al ámbito rural, al profundizar en cuántas de ellas están orientadas en experiencias escolares, docentes o de percepciones sobre STEM-STEAM en contexto rural, el número decrece considerablemente. Lo anterior indica la necesidad de avanzar tanto en la investigación, como en el diseño y divulgación de experiencias de aulas STEAM, que consideren el contexto rural como una oportunidad de aprendizaje interdisciplinar para la sostenibilidad. Una de las pocas investigaciones que integra la sostenibilidad al enfoque STEAM en contexto rural

sostiene que el entorno rural ofrece un sinfín de oportunidades de aprendizaje, tanto en la educación formal como informal (Gavari-Starkie *et al.*, 2022).

En virtud de los antecedentes expuestos, nuestro objetivo es describir la sistematización de una actividad STEAM para el desarrollo sostenible en un contexto rural multigrado. Para ello, en una primera parte, se describe el proceso de diseño de una experiencia interdisciplinar con foco en el desarrollo sostenible, realizado de manera colaborativa por un equipo de profesorado. En una segunda parte, se presenta la descripción de las etapas de implementación de una unidad didáctica integrada -UDI- (Iturbe-Sarunic y Silva-Hormazábal, 2022), desarrollada en 5° y 6° de primaria de una escuela rural insular chilena. La descripción de la implementación es alternada con algunas observaciones y reflexiones de quienes participaron en el proceso.

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD STEAM

Contextualización

La actividad que se describe a continuación fue diseñada durante el proceso de formación docente STEAM para la sostenibilidad (Silva-Hormazábal y Alsina, en prensa) realizado en el territorio Chiloé-Chile, en específico en la comunidad rural de Compu. La escuela participante es un establecimiento rural, multigrado, de dependencia municipal (estatal), que cuenta con una matrícula de 37 estudiantes (primero a sexto de primaria) y cinco docentes. Se encuentra emplazada en el borde costero del estero Compu.

El estuario donde se realizó la actividad, se caracteriza por la gran presencia de flora y fauna nativa; no obstante, el ecosistema se ve continuamente atacado por la acción humana. Por tal motivo, el profesorado participante consideró óptimo utilizar este contexto como una problemática abordable con sus estudiantes, tanto desde el conocimiento disciplinar como desde los ODS y, por supuesto, considerando los saberes ancestrales de la zona.

Por tanto, el diseño de la actividad STEAM se centra en experiencias educativas basadas en contextos reales para el desarrollo de competencias. Considerando estos aspectos, se diseña una UDI con foco en la sostenibilidad y utilizando una metodología mixta de aprendizaje basado en proyecto y aprendizaje basado en el lugar.

Cabe destacar que en el proceso de formación y diseño de la actividad participó todo el profesorado; sin embargo, para la implementación se decidió realizar un proceso de inmersión parcial en la innovación (Gamboa, 2021), debido a que es la primera implementación realizada con este enfoque, por ello sólo se trabajó con el curso combinado 5° y 6° grado de primaria.

Durante el proceso de diseño e implementación de la actividad, se utilizó como técnica de recolección de datos la observación participante y el análisis documental (Massot *et al.*, 2009). Para el primer caso, se usaron notas de campos obtenidas por medio de la grabación de los acontecimientos. Para el segundo caso, se efectuó un análisis documental de las planificaciones de clase con el fin de sistematizar la actividad.

Diseño de la actividad

El proceso de diseño de la actividad toma como base los planteamientos propuestos por Silva-Hormazábal e Iturbe-Sarunic (2021), quienes proponen siete pasos para el diseño de una UDI.

Paso 1, identificación de la problemática: en este caso, la visualización de una problemática socio-científica (Márquez y Roca, 2006), con alcance local (OCDE, 2017) que tenga relación con alguno de los ODS. En concreto, el grupo de profesoras ha identificado como problemática la contaminación presente en el estuario del río Mapa, que afecta a la flora, fauna y habitantes del sector; ésta se enmarca en el ODS 13 Acción por el clima. Con base en lo expuesto anteriormente, se formula la pregunta movilizadora de la actividad: *¿De qué manera afectan las actividades humanas al ecosistema del entorno del estuario del río Mapa?*

Paso 2, modalidad de integración: establecer en cuál modalidad de integración se basa la UDI. En este caso, la actividad se fundamenta en la integración de varias disciplinas (Illán y Molina, 2011), considerando como eje integrador el ciclo de investigación estadística (Bargagliotti *et al.*, 2020).

Paso 3, conexiones interdisciplinarias: identificar las conexiones entre la problemática y las disciplinas. En esta actividad, la problemática (contaminación presente en el estuario del río Mapa), sugiere la integración natural de las asignaturas de Matemáticas y Ciencias Naturales, por medio de una investigación estadística y científica, que permita vislumbrar posibles soluciones alcanzables por el alumnado. No obstante, al planificar una probable solución o producto, las profesoras identifican la inclusión de Tecnología, Artes y Lenguaje y Comunicación.

Paso 4, elementos curriculares: una vez determinada la problemática, el contexto, las disciplinas que se integran y la posible solución al problema, las profesoras determinan los objetivos, las habilidades y las actitudes factibles de desarrollar (tabla 1).

Tabla 1

Lineamiento curricular (MINEDUC, 2018)

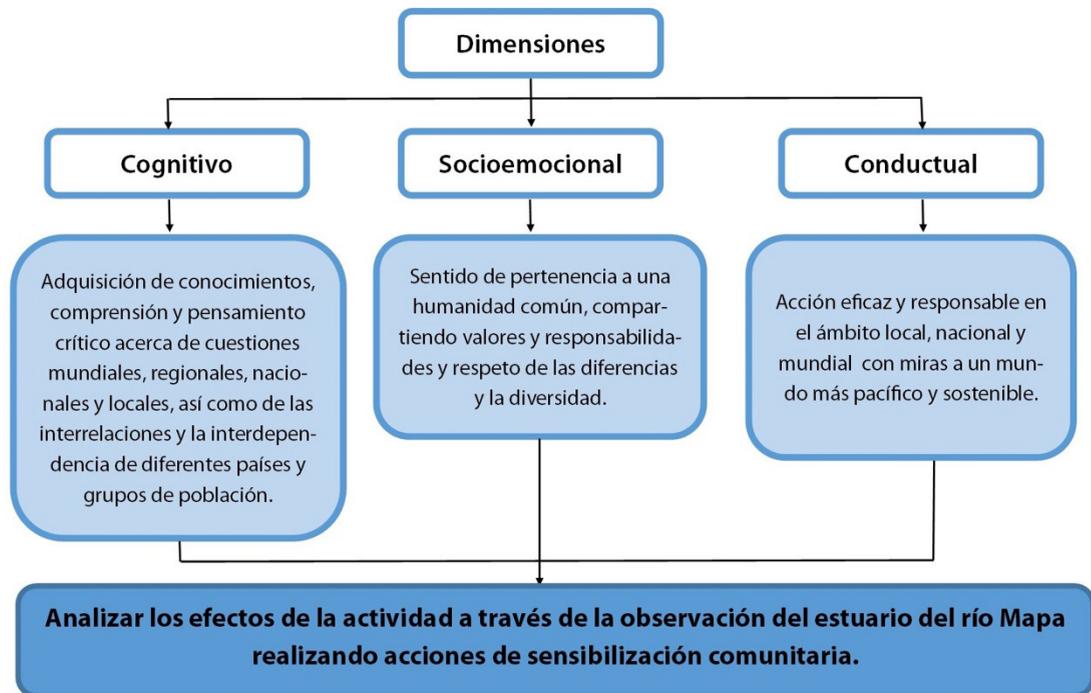
Objetivos	Habilidades	Actitudes
Matemáticas: Recolectar y registrar datos para responder preguntas estadísticas sobre su entorno.	Clasificar Organizar	Reconocer la importancia del entorno natural y sus recursos desarrollando conductas de cuidado y protección del ambiente
Leer e interpretar gráficos de barra y comunicar sus conclusiones.	Analizar y comparar Representar	Demostrar respeto por las diversas opiniones y puntos de vista reconociendo el diálogo como una herramienta de enriquecimiento social personal
Ciencias Naturales: Analizar los efectos de la actividad humana sobre las redes alimentarias	Resolver problemas Observar y preguntar Planificar una investigación	Abordar de manera flexible y creativa la búsqueda de soluciones a problemas
Lenguaje y comunicación: Escribir, revisar y editar sus textos	Investigar-indagar Diseñar	
Leer independientemente y comprender textos no literarios	Confeccionar Comunicar y argumentar Expresar	

En paralelo a los elementos curriculares, se han considerado elementos propuestos por la UNESCO (2017) para la incorporación y gestión de la EDS. De esta forma, se han tenido en consideración tres competencias necesarias para promover el desarrollo sostenible:

- **Competencia de colaboración (C):** las habilidades para aprender de otros; para comprender y respetar las necesidades, perspectivas y acciones de otros (empatía); para comprender, identificarse y ser sensibles con otros (liderazgo empático); para abordar conflictos en grupo; y para facilitar la resolución de problemas colaborativa y participativa.
- **Competencia de pensamiento crítico (PC):** la habilidad para cuestionar normas, prácticas y opiniones; para reflexionar sobre los valores, percepciones y acciones propias; y para adoptar una postura en el discurso de la sostenibilidad.
- **Competencia integrada de resolución de problemas (RP):** la habilidad general para aplicar distintos marcos de resolución de problemas a problemáticas de sostenibilidad complejas e idear opciones de solución equitativa que fomenten el desarrollo sostenible, integrando las competencias antes mencionadas (p.10).

Figura 2

Marco conceptual para creación de objetivo de aprendizaje.



Nota: Basado en UNESCO, 2017

Paso 5, planificación de la solución o producto: La UDI planificada posee como producto final una muestra a la comunidad, la cual tiene el objetivo de movilizar a sus integrantes a tomar conciencia y actuar en pro del cuidado y preservación del estuario. Por este mismo motivo, se ha trabajado en vinculación con la Junta de Vecinos y la actividad final se realizó en el *Trafwe*, (lugar de encuentro en Mapuzungun), recinto que fortalece la pertenencia y la vida comunitaria.

Paso 6, objetivo integrado: para el diseño del objetivo, se enfatizó en que se consideren los elementos de contexto – problema, el producto, además de las dimensiones que propone la UNESCO, de tal manera que la redacción del objetivo integre habilidades, conocimientos y actitudes que confluyen para resolver el problema identificado en el paso 1, tal como puede observarse en la figura 2.

Paso 7, evaluación del diseño: El último paso se realiza una vez terminado el diseño, antes de que sea implementado, para identificar posibles focos de mejora u oportunidades. Para ello, en este caso particular, se ha tomado la propuesta de autoevaluación (tabla 2) con base en los indicadores competenciales de la CREAMAT (2009), diseñada por Silva-Hormazábal e Iturbe-Sarunic (2021). Utilizando esta pauta, se puede valorar la calidad del diseño integrado, por medio de preguntas orientadoras.

Tabla 2

Pauta de autoevaluación

Criterio por autoevaluar	Logrado	Medianamente logrado	Por lograr	Observaciones
¿La actividad didáctica integrada, tiene por objetivo responder a un problema? <i>El problema puede referirse a un contexto cotidiano, puede enmarcarse en un juego, o bien puede tratar de una regularidad o hecho científico.</i>				
¿La actividad didáctica integrada permite aplicar conocimientos ya adquiridos y hacer nuevos aprendizajes?				
¿La actividad didáctica integrada ¿El proyecto ayuda a relacionar o conectar conocimientos diversos dentro de las disciplinas para resolver el problema? (matemática y ciencias naturales o con otras materias)				
¿La actividad didáctica integrada plantea un problema que se puede desarrollar de diferentes formas y estimula la curiosidad y la creatividad de los niños y niñas?				
¿La actividad didáctica integrada implica el uso de instrumentos diversos como por ejemplo material que se pueda manipular, herramientas de dibujo, software, etc.?				

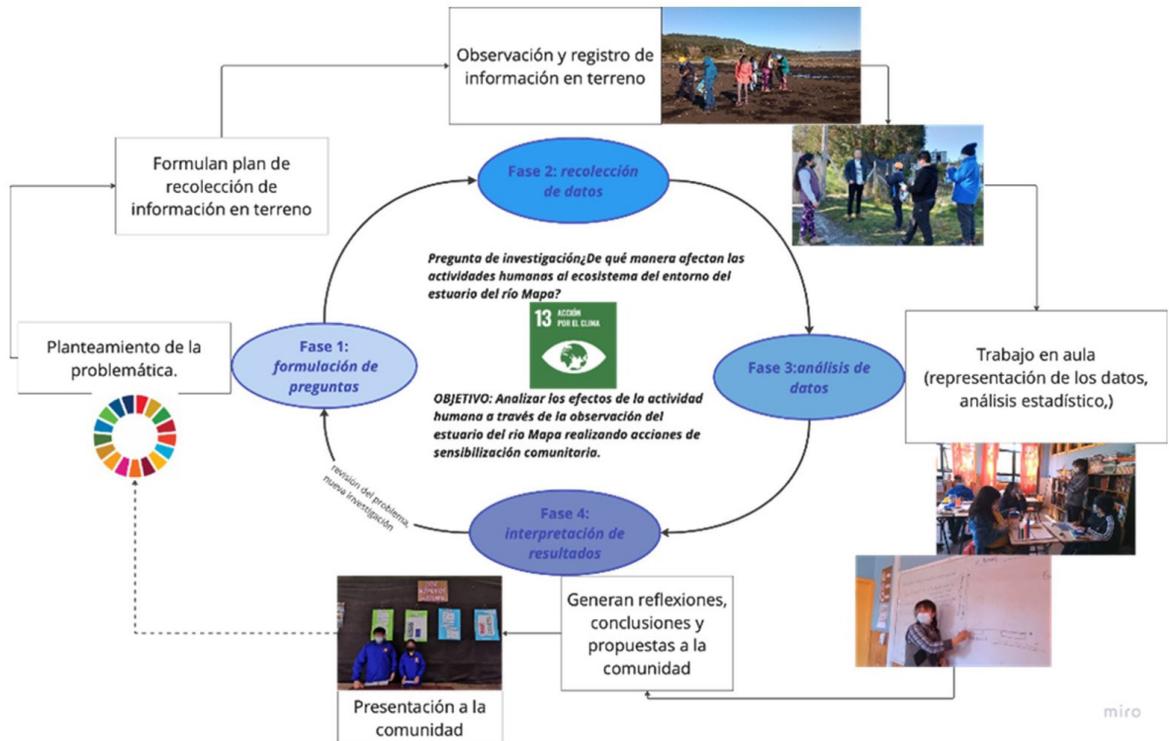
Nota: *Reproducido de Silva-Hormazábal e Iturbe-Sarunic (2021)*

Descripción y análisis de la actividad

A continuación, se describe un proceso de diseño de una actividad STEAM integrada que conecta el eje conceptual de estadística, en específico la investigación estadística, con la investigación científica, con base en problemáticas contextuales a partir de los ODS. En síntesis, la experiencia se ha desarrollado siguiendo las cuatro fases propuestas por Bargagliotti *et al.* (2020) para la resolución de problemas estadísticos, las cuales han sido representadas en la figura 3, donde se muestra un resumen esquemático de la actividad.

Figura 3

Resumen esquemático de la actividad



De esta forma, en la primera fase *formulación de preguntas*, los niños y niñas identifican como problemática la contaminación del estuario y se plantean una pregunta de investigación: *¿Qué tipo de desecho es el que más se presenta en el estuario?*, con el fin de identificar posibles fuentes de mayor contaminación. Con la pregunta, el estudiantado busca identificar quiénes son los principales agentes contaminadores de la zona. Cabe destacar que en primera instancia reflexionan y creen que los responsables de la situación son las industrias pesqueras.

En la segunda fase, *recolección de datos*, realizan una investigación en terreno para determinar qué tipo de desecho es el que se encuentra con mayor presencia en el sector (domiciliarios o industriales), para lo cual se lleva a cabo una salida al terreno, **fotografían** y registran los tipos de desechos en tablas de conteo, tal como se aprecia en la figura 4.

Paralelamente, aplican entrevistas planificadas en la asignatura de lenguaje a habitantes de la comunidad y trabajadores de las pesqueras cercanas, con el propósito de identificar si tienen conciencia de la contaminación que existe y de quién o quiénes son responsables (figura 5). Al analizar las respuestas, el estudiantado concluye que, en ambos casos, las personas no tienen conciencia de la contaminación provocada.

Figura 4

Recorrido por el borde costero (registro de presencia de desechos)



Nota: Registro fotográfico Escuela José Santos Lincomán (2022). Compu, Quellón, Chile.

Figura 5

Niños entrevistando a trabajadores de las pesqueras



Nota: Registro fotográfico Escuela José Santos Lincomán (2022). Compu, Quellón, Chile.

En la tercera fase, *análisis de datos*, se organizan los datos obtenidos para identificar los resultados y las medidas de tendencia central, así como también la construcción de gráficos (figura 6).

En la última fase, *interpretación de resultados*, el alumnado obtiene conclusiones e inferencias de sus resultados, los cuales, para su sorpresa, indican que la mayor cantidad de desechos provienen de los hogares. Con la información, infieren que el propio estudiantado y la comunidad son quienes más contaminan, sin desconocer la presencia de desechos industriales pesqueros. El resultado es trascendental, ya que los motiva a presentar el proceso de investigación, visibilizando los resultados obtenidos en el

análisis estadístico, plantear la problemática y llamar a la acción en pro del cambio a nivel comunitario. Para conseguir este último fin, preparan una muestra pública organizada en seis módulos:

1. Muestra fotográfica: se acompaña de una frase que impacte y lleve a la reflexión del espectador.
2. Muestra artística visual: expone el contraste entre la realidad que existe y el sueño de lograr un entorno limpio y seguro (figura 7).

Figura 6

Fase de trabajo en aula y análisis estadístico



Nota: Registro fotográfico Escuela José Santos Lincomán (2022). Compu, Quellón, Chile.

Figura 7

Estudiante exponiendo sobre sus sueños para su localidad



Nota: Registro fotográfico Escuela José Santos Lincomán (2022). Compu, Quellón, Chile.

3. Muestra estadística: mediante la presentación de gráficos y tablas, niños y niñas evidencian la problemática y los hallazgos de la investigación a la comunidad. Tal como se observa en la figura 8, exponen

gráficos que evidencian la presencia de una mayor cantidad de desechos tipo domiciliario, por lo cual el estudiantado indica la necesidad de llamar a la comunidad a realizar un cambio.

Figura 8

Estudiante exponiendo sus resultados



Nota: Registro fotográfico Escuela José Santos Lincomán (2022). Compu, Quellón, Chile.

4. Compromisos: se invita a la comunidad a redactar compromisos reales y factibles para mejorar la situación de contaminación actual del sector. Para sellar este compromiso, el estudiantado persuade a la comunidad a realizar un compromiso escrito, tal como se observa en la figura 9. A quienes se comprometen se les entrega un saquito de semillas, como símbolo de la germinación de un cambio.

Figura 9

Estudiantes llamando a realizar compromisos a la comunidad



Nota: Registro fotográfico Escuela José Santos Lincomán (2022). Compu, Quellón, Chile.

5. Muestra de reutilización de material en desuso: expresa la creatividad y oportunidades para reducir la cantidad de objetos de desecho que llegan a los vertederos, dándoles una nueva vida (figura 10).

Figura 10

Estudiantes exponiendo posibilidades de reutilización de desechos



Nota: Registro fotográfico de Silva-Hormazábal, (2022). Compu, Quellón, Chile.

6. Agentes de la comunidad que aportan al cambio: intervienen ancianas recicladoras y artesanas del sector, el reciclador primario local y el representante de la Oficina de Medioambiente comunal (figura11).

Figura 11

Artesanas recicladoras



Nota: Registro fotográfico Escuela José Santos Lincomán (2022). Compu, Quellón, Chile.

Valoración del impacto de la experiencia

Para visualizar el impacto de la experiencia, se han analizado algunas de las impresiones de los participantes, tanto profesorado (P) como estudiantes (E), grabadas durante la presentación en la muestra pública. Se han clasificado según si estaban enfocadas en estudiantes, profesores o comunidad, tal como se aprecia en la tabla 3.

Tabla 3

Citas textuales Profesores (P) y estudiantes (E)

Impacto	Estudiantes	<p>“ellos [el estudiantado] se dieron cuenta que no hay nada escrito, la historia la van escribiendo ellos” (P3)</p> <p>“fue una experiencia buena, porque sentíamos que estábamos ayudando al ecosistema y que la gente reaccionará a esto” (E1)</p> <p>“si seguimos haciendo cosas como estas, como el proyecto, puede quizás algún día que ya no haya tanta contaminación, todo sea más tranquilo y todos ayudemos al entorno” (E2)</p>
	Profesores	<p>“para mí significó un cambio de paradigma en la educación que nosotros estábamos brindando acá, si bien nosotros tratamos de que los niños sean más protagonistas, a lo mejor no teníamos como las herramientas para poder llevarlo a cabo. Yo siento que nosotros recibimos una formación con bases muy concretas y eso yo creo que permitió que nosotros pudiéramos desarrollar esta experiencia con éxito” (P3)</p>
	Comunidad local	<p>“el día que presentemos el proyecto en la sede comunitaria los papás no daban crédito a lo que eran capaces sus hijos, los niños fueron capaces de argumentar sus estudios, su investigación, su hipótesis y ellos están muy claros que es urgente hacer un alto en la en la forma de vida para detenernos y proyectar el desarrollo humano a la sustentabilidad” (P1)</p> <p>[cuando exponíamos los datos a las personas, estas decían...]sí, con certeza, porque admitían sus actos. Igual, porque pensaban que no dañaban tanto con una pequeña cosa” (E1)</p> <p>“[los asistentes de la comunidad]..prometieron que iban a tratar de no contaminar tanto” (E2)</p> <p>“si seguimos haciendo cosas como éstas, como el proyecto, puede que quizás algún día que ya no haya tanta contaminación, sea más tranquilo y todo porque ayuda al entorno” (E3)</p>

A partir de las citas textuales expresadas por el estudiantado y el profesorado, es posible interpretar un impacto positivo de la actividad, de manera transversal, en todos los integrantes de la comunidad educativa. En cuanto al profesorado, claramente significó un cambio en su forma de impartir clases. Es relevante destacar el impacto de la formación recibida que les ha permitido desarrollar la actividad, además de verla reflejada en sus estudiantes.

Así también, el estudiantado valora la actividad como un hito de cambio en su comunidad y manifiestan que seguir realizando experiencias como éstas podría contribuir a un entorno más sostenible.

En cuanto a la comunidad local que asiste a la muestra, tanto docentes como estudiantes han evidenciado que estaban impactados, mencionando que “no daban crédito” (P1) a lo realizado por el estudiantado. Al mismo tiempo, se han involucrado identificando sus responsabilidades y compromisos para la mejora de la problemática.

De este modo, se constata que: a) es posible diseñar una actividad interdisciplinar centrada en el desarrollo sostenible; b) implementarla en contextos rurales; y c) es valorada positivamente por la triada profesorado - estudiantado – comunidad. Tal como menciona Gavari-Starkie *et al.* (2022), el contexto rural ofrece múltiples oportunidades para desarrollar experiencias educativas y en esta oportunidad fue posible evidenciarlo en la práctica, permitiendo que los conocimientos tradicionales cobren vida

por medio de las actividades experienciales. Se ha confirmado también la posibilidad de promover el desarrollo sostenible en un contexto rural, considerando que el estudiantado tiene “muy claro que es urgente hacer un alto en la forma de vida para detenernos y proyectar el desarrollo humano a la sustentabilidad” (T21). Adicionalmente, es importante destacar el impacto que ha tenido tanto en estudiantes como en la comunidad, a través de datos que han puesto de manifiesto las responsabilidades frente a la problemática de la contaminación, lo cual es imprescindible para gestar el cambio y llamar a la acción.

Por último, el alumnado ha logrado desarrollar, de manera natural, habilidades necesarias para resolver situaciones problemáticas de la vida real y proponer soluciones interdisciplinarias, con las cuales contribuir al cambio desde la escuela.

SÍNTESIS Y REFLEXIONES FINALES

Avanzar hacia una sociedad consciente de la necesidad de vivir de manera sostenible y empática con los demás requiere una educación integral, que desarrolle habilidades, competencias y conocimientos que vibren en sintonía con los contextos de los educandos, en particular de aquellos en situación de ruralidad. Por este motivo, considerando la escasa investigación en torno a la educación rural, se asume que es necesario avanzar en el desarrollo de investigación empírica desde los contextos rurales, a partir del diseño de experiencias educativas integradas que involucren a toda la comunidad educativa, con el fin de promover el desarrollo sostenible de las comunidades.

Considerando esta premisa, se ha descrito el diseño e implementación de una actividad STEAM para el desarrollo sostenible en un contexto rural multigrado. Con este propósito, se pretende ampliar la comprensión en torno a la implementación de tareas STEAM integradas (Perignat & Katz-Buonincontro, 2019) con foco en sostenibilidad, que consideren el contexto rural como una oportunidad auténtica para promover competencias de sostenibilidad (Cebrián *et al.*, 2021). Desde este punto de vista, la actividad ha permitido observar cómo este tipo de diseños favorecen tanto el aprendizaje como la motivación del estudiantado, al mismo tiempo que logra desarrollar competencias de sostenibilidad. Al respecto, se puede considerar como una lección aprendida, que propuestas como la presentada logran promover el pensamiento crítico (UNESCO, 2017) en el alumnado, al enfrentarles a situaciones reales que requieren cuestionar las prácticas habituales, incluso las propias, desafiándoles a adquirir una postura propia, en este caso frente a la sostenibilidad. De esta forma, el estudiantado desarrolla conocimientos y habilidades para convocar a sus pares y a la comunidad a generar cambios.

Otro aspecto destacable es que la actividad descrita ha promovido la interdisciplinariedad desde problemas reales y contextuales y, con ello, no sólo se ha visto beneficiado el estudiantado, sino también el profesorado, ya que se ha potenciado el trabajo colaborativo, lo cual ha permitido que valoren como enriquecedora la instancia formativa.

Así también, se destaca como una de las principales contribuciones, el diseño de una actividad STEAM para la sostenibilidad, con implementación en contexto rural. En este sentido, se espera que la descripción y el análisis de la propuesta proporcione al profesorado de la escuela rural un apoyo concreto para el diseño y la implementación de nuevas actividades STEAM con foco en sostenibilidad. Para ello, la propuesta puede ser considerada como un ejemplo, factible tanto para replicar, como para adaptarse a otros contextos o tomar como base, ampliando las conexiones disciplinares. Sin embargo, será necesario tener en consideración que trabajar desde el *aprendizaje basado en el lugar*, requiere considerar los elementos culturales, sociales y geográficos propios de cada contexto. Por lo mismo, una de las principales limitaciones de este tipo de diseño es que implica necesariamente ajustes para hacerlo pertinente a las necesidades particulares.

Así también, será necesario multiplicar las contribuciones de investigación en la línea STEAM en el ámbito rural. En un futuro, sería importante establecer el panorama general de la educación STEAM en el ámbito rural, considerando tanto a profesores como a estudiantes. De esta forma, será oportuno conocer las percepciones hacia el enfoque y por supuesto aportar en la formación del profesorado para implementar STEAM en sus aulas. Así también, será trascendental ampliar la contribución de diseños e implementaciones de experiencias que permitan apoyar al profesorado en el desafío de desarrollar competencias de sostenibilidad por medio de actividades STEAM integradas. De esta forma, se podrá avanzar en la democratización del enfoque, logrando ampliar su cobertura al territorio rural; no obstante, serán necesarios esfuerzos continuos para hacer que STEAM trascienda y rompa barreras geográficas y sociales.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la escuela José Santos Lincomán de la localidad de Compu, Isla de Chiloé, Chile, a las profesoras, niños y niñas participantes de esta experiencia y a la Fundación Internacional Siemens Stiftung por el apoyo a las iniciativas STEAM en Chile y Latinoamérica.

REFERENCIAS

- Aguilera, D. y Ortiz-Revilla, J. (2021). STEM vs. STEAM Education and Student Creativity: A Systematic Literature Review. *Education Sciences*, 2021, Vol. 11. page 331, 11 (7), 331. <https://doi.org/10.3390/educsci11070331>
- Alsina, Á., Muñoz-Rodríguez, L., Rodríguez-Muñoz, L., García-Alonso, I., Vásquez, C. y López-Serentill, P. (2023). Alfabetizando estadísticamente a niños de 7-8 años a partir de contextos relevantes. *Revista Complutense de Educación*, 34(1), 95-108. <https://doi.org/10.5209/rced.77186>
- Aria, M. y Cuccurullo, C. (2017). Bibliometrix : An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Bargagliotti, B., Franklin, C., Arnold, P., Gould, R., Jhonson, R., Perez, L. y Spangles, D. (Eds.) (2020). *Pre-K-12 guidelines for assessment and instruction in statistics education II (GAISE II)*. American Statistical Association.
- Bush, S. B., Cook, K. L., Edelen, D. y Cox, R., Jr. (2020). Elementary students' STEAM perceptions: Extending frames of reference through transformative learning experiences. *The Elementary School Journal*, 120(4), 692–714. <https://doi.org/10.1086/708642>
- Cebrián, G., Junyent, M. y Mulà, I. (2021). Current practices and future pathways towards competencies in education for Sustainable Development. *Sustainability*, 13(16), 8733. <https://doi.org/10.3390/su13168733>
- CREAMAT. (2009). *Preguntes que poden servir d'indicadors del nivell de riquesa competencial d'una activitat*. https://agora.xtec.cat/cesire/wp-content/uploads/usu397/2019/01/indicadors_competencials.pdf
- Gamboa, M. V. L. (2021). Curso virtual: educación STEM/STEAM, concepción e implementación. Experiencias de su ejecución con docentes costarricenses. *Innovaciones Educativas*, 23(Especial), 163–177. <https://doi.org/10.22458/IE.V23IESPECIAL.3620>
- Gavari-Starkie, E., Espinosa-Gutiérrez, P.T. y Lucini-Baquero, C. (2022). Sustainability through STEM and STEAM education creating links with the land for the improvement of the rural world. *Land*, 11(10), 1869. <https://doi.org/10.3390/land11101869>
- Illán Romeu, N. y Molina Saorín, J. (2011). Integración Curricular: respuesta al reto de educar en y desde la diversidad. *Educar em Revista*, 41, 17-40.

- Iturbe-Sarunić, C. y Silva-Hormazábal, M. (2022). Desarrollo de una propuesta de integración de Matemática y Ciencias Naturales en la Formación Inicial Docente. *Estudios Pedagógicos*, 48(3), 255–279. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052022000300255>
- Kelley, T. R. y Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 1-11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Massot, M. I., Dorio, I. y Sabariego, M. (2009). Estrategias de recogida y análisis de la información. En R. Bisquerra (Ed.), *Metodología de la investigación educativa* (pp. 329-366). La Muralla.
- Márquez, C. y Roca, M. (2006). Plantear preguntas: un punto de partida para aprender ciencias. *Revista Educación y Pedagogía*, 18(45), 61-71. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/revistaeyp/article/view/6087>
- Ministerio de Educación de Chile (2018). *Bases Curriculares Primero a Sexto básico*. Ministerio de Educación.
- Ministerio de Educación de Chile (2023). *Directorio de Establecimientos Educacionales – Datos Abiertos*. (n.d.). <https://datosabiertos.mineduc.cl/directorio-de-establecimientos-educacionales/>
- Moore, T. J., Glancy, A. W., Tank, K. M., Kersten, J. A., Smith, K. A. y Stohlmann, M. S. (2014). A Framework for Quality K-12 Engineering Education: Research and Development. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 4(1), 2. <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1069>
- OCDE (2017) Marco de Evaluación y de Análisis de PISA para el Desarrollo: Lectura, matemáticas y ciencias, Versión preliminar. OECD Publishing. https://www.oecd.org/pisa/aboutpisa/ebook%20-%20PISA-D%20Framework_PRELIMINARY%20version_SPANISH.pdf
- Perignat, E. y Katz-Buonincontro, J. (2019). STEAM in practice and research: An integrative literature review. *Thinking Skills and Creativity*, 31, 31–43. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.10.002>
- Ramos-Lizcano, C., Ángel-Uribe, I.-C., López-Molina, G. y Cano-Ruiz, Y.-M. (2022). Elementos centrales de experiencias educativas con enfoque STEM. *Revista científica*, 45(3), 345–357. <https://doi.org/10.14483/23448350.19298>
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. y Hemmo, V. (2007). Science Education NOW: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe. *RTD info*, 29. http://ec.europa.eu/research/rtdinfo/index_en.html
- Rodrigues-Silva, J. y Alsina, Á. (2023). Educación STEAM y el aprendizaje lúdico en todos los niveles educativos. *Revista Práxis*, 1, 188–212. <https://doi.org/10.25112/RPR.V1.3170>
- Silva-Hormazábal, M. y Alsina, Á. (en prensa). Profesores STEAM: Diseño y validación de un programa de formación del profesorado. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación (REXE)*.
- Silva-Hormazábal, M. y Iturbe-Sarunić, C. (2021). *Guía de autoaprendizaje docente para la elaboración de actividades didácticas integradas*. <https://bit.ly/Guia-autoaprendizaje-docente>
- Silva-Hormazábal, M., Rodrigues-Silva, J. y Alsina, Á. (2022). Conectando matemáticas e ingeniería a través de la estadística: una actividad STEAM en educación primaria. *Revista Electrónica de Conocimientos, Saberes y Prácticas*, 5(1), 9–31. <https://doi.org/10.5377/recsp.v5i1.15118>
- Silva-Hormazábal, M., Rodrigues-Silva, J., Alsina, Á. y Salgado, M. (2022). Integrando matemáticas y ciencias: una actividad STEAM en Educación Primaria. *Unión: Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 66, 1-20.
- UNESCO. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. https://unctad.org/system/files/official-document/ares70d1_es.pdf
- UNESCO. (2015). *Educación para la ciudadanía mundial. Temas y objetivos de aprendizaje*. <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002338/2338765.pdf>
- UNESCO. (2017). *Education for sustainable development goals: Learning objectives*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247444>
- UNESCO. (2019). *Descifrar el código. En Descifrar el código: La educación de las niñas y las mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM)*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366649?posInSet=1&queryId=d5f381da-86f6-442b-8f3b-a86a83220043>
- UNESCO. (2018). *STEAM for Global Citizenship to Achieve the SDGs*. UNESCO.
- Vásquez, C. y Alsina, Á. (2022). Retos contemporáneos en la formación del profesorado: desarrollando competencias de sostenibilidad desde la educación estadística. *Revista Científica ECOCIENCIA*, 9(4), 111–132. <https://doi.org/10.21855/ecociencia.93.704>
- Wahyuningsih, S., Nurjanah, N. E., Rasmani, U. E. E., Hafidah, R., Pudyaningtyas, A. R. y Syamsuddin, M. M. (2020). STEAM learning in early childhood education: A literature review. *International Journal of Pedagogy and Teacher Education*, 4(1), 33–44. <https://doi.org/10.20961/ijpte.v4i1.39855>