



Revista de estudios y experiencias en educación

ISSN: 0717-6945

ISSN: 0718-5162

Universidad Católica de la Santísima Concepción. Facultad de Educación

Silva-Hormazábal, Marcela; Alsina, Ángel
Promoviendo el desarrollo profesional docente en
STEAM: Diseño y validación de un programa de formación
Revista de estudios y experiencias en educación, vol. 22, núm. 50, 2023, pp. 99-120
Universidad Católica de la Santísima Concepción. Facultad de Educación

DOI: <https://doi.org/10.21703/rexe.v22i50.1986>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=243176283006>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en [redalyc.org](https://www.redalyc.org)

UAEM [redalyc.org](https://www.redalyc.org)

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Revista de Estudios y Experiencias en Educación REXE

journal homepage: <http://revistas.ucsc.cl/index.php/rexe>

Promoviendo el desarrollo profesional docente en STEAM: Diseño y validación de un programa de formación

Marcela Silva-Hormazábal^a y Ángel Alsina^b

Universidad Austral de Chile, Chile^a. Universidad de Girona, Girona, España^b

Recibido: 13 de enero 2023 - Revisado: 12 de mayo 2023 - Aceptado: 19 de junio 2023

RESUMEN

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible plantea que la educación es vital para avanzar hacia una sociedad justa y sostenible, posicionando a la educación STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) como un medio para alcanzar dichos objetivos. Con base en este planteamiento, el objetivo del presente estudio es diseñar y validar un programa de formación para el profesorado chileno de las primeras edades focalizado en educación integrada STEAM para la sostenibilidad. Para ello, se lleva a cabo una Investigación Basada en Diseño (Design-Based Research D-BR) con tres iteraciones, validadas a través de juicio de expertos (investigadores y docentes) y una implementación piloto. Como resultado de la primera iteración se han identificado elementos claves del diseño del programa: conceptualización teórica, integración disciplinar, contextualización, desarrollo sostenible, metodologías activas, foco en la práctica y colaboración docente; en la segunda, se incorpora la coevaluación como estrategia; finalmente, en la tercera iteración, se implementa el programa de formación con un grupo de 31 docentes. La versión final, denominada Pro-STEAM, considera 3 módulos: Educación para el Siglo 21, Educación STEAM e Implementación STEAM.

Palabras clave: Educación STEAM; formación del profesorado; desarrollo profesional docente; desarrollo sostenible; D-BR.

^aCorrespondencia: [Marcela Silva-Hormazábal](mailto:Marcela.Silva-Hormazabal@uach.cl) (M. Silva-Hormazábal).

 <https://orcid.org/0000-0002-1955-1633> (marcela.silva@uach.cl).

 <https://orcid.org/0000-0001-8506-1838> (angel.alsina@udg.edu).

Promoting teacher professional development in STEAM: Design and validation of a training program

ABSTRACT

The 2030 Agenda for Sustainable Development states that education is vital to move towards a just and sustainable society, positioning STEAM Education (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) as a means to achieve these goals. Based on this approach, the aim of this study is to design and validate a training program for Chilean early-childhood teachers focused on integrated STEAM education for sustainability. With this objective, a Design-Based Research (D-BR) is carried out with three iterations, validated through expert judgement (researchers and teachers) and a pilot implementation. As a result of the first iteration, key elements of the program design have been identified: theoretical conceptualization, disciplinary integration, contextualization, sustainable development, active methodologies, focus on practice and teacher collaboration; in the second iteration, co-evaluation is incorporated as a strategy; finally, in the third iteration, the training program is implemented with a group of 31 teachers. The final version, called Pro-STEAM, includes 3 modules: Education for the 21st Century, STEAM Education and STEAM Implementation.

Keywords: STEAM education; teacher training; teacher professional development; sustainable development; D-BR.

1. Introducción

En los últimos años, varios organismos e investigadores han puesto de manifiesto que los nuevos y diversos desafíos a los que se enfrenta la sociedad del siglo XXI implican necesariamente cambios en la educación que permitan a las futuras generaciones hacer frente a estos nuevos requerimientos (Scott, 2015). En consecuencia, se ha puesto énfasis en implementar un enfoque educativo que desarrolle competencias, conocimientos y actitudes que permitan hacer frente a diversas problemáticas y, con ello, contribuir al desarrollo sostenible de los países. Al respecto, líderes mundiales han propuesto un plan estratégico conocido como la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, con el cual se espera “la erradicación de la pobreza y el desarrollo sostenible en sus dimensiones social, económica y ambiental” (ONU, 2015, p. 8). Como parte de este plan, se posiciona a la educación como condición previa “para superar la pobreza, el hambre y las enfermedades” (ONU, 2015, p. 6) y así avanzar hacia una sociedad consciente de la necesidad de una convivencia sostenible. Sin embargo, para alcanzar estas metas es necesario cambiar ciertos paradigmas educativos presentes en el currículo, en la formación del profesorado y en la práctica escolar. En este escenario, se distinguen dos puntos clave: la necesidad de un nuevo modelo educativo que apunte a “construir un futuro inclusivo, sostenible y resiliente para las personas y el planeta” (Alsina y Mulà, 2021, p. 24); y que este modelo se centre en el desarrollo de competencias y el aprendizaje contextualizado.

Considerando lo anteriormente mencionado, se ha posicionado al enfoque STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics*) como un modelo educativo integrador y realista. En la misma línea, Quigley y Herro (2016) han indicado que STEAM, por medio de la naturaleza integrada de las disciplinas que lo componen, promueve actividades educativas

auténticas, que integran el contexto en la búsqueda de soluciones creativas a problemáticas reales. Al respecto, [UNESCO \(2017\)](#) sitúa a la educación STEAM como un medio, tanto para enfrentar este tipo de situaciones, como para lograr los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS).

No obstante, cabe preguntarse si el profesorado está preparado para enfrentar este desafío que demanda el escenario educativo del siglo XXI, considerando que en la realidad educativa actual se observa la perpetuación de un enfoque educativo centrado en el docente, los contenidos y el parcelamiento de asignaturas ([Baker y Galanti, 2017](#)); lo cual se ve incrementado por la formación docente, centrada en la disciplina, que descuida los contextos y las conexiones disciplinares. En este escenario, transformar la formación docente se visualiza tanto como una necesidad imperativa, como en el punto de partida para enfrentar el cambio. Ciertamente, el éxito de la implementación de la educación STEAM está supeditado a la formación de un profesorado competente para diseñar, gestionar y evaluar el aprendizaje de manera integrada y contextualizada. Así también lo ha expresado la [UNESCO \(2016\)](#), posicionando a los docentes como la clave para lograr estas transformaciones y avanzar en el logro de la agenda para la Educación 2030.

Con base en esta problemática, interesa conocer la realidad chilena referente a la formación STEAM para el profesorado. Los hallazgos revelan que es un área de formación docente bastante incipiente ([Tovar, 2019](#)), detectándose solo una oferta formal para el profesorado. Desde este marco, nos preguntamos ¿qué factores deben considerarse para el diseño y la validación de una propuesta formativa STEAM para el profesorado de las primeras edades (4 a 10 años)? Considerando esta pregunta de investigación, se plantea como objetivo diseñar y validar un programa de formación para el profesorado chileno de las primeras edades focalizado en educación integrada STEAM para la sostenibilidad.

2. Antecedentes

2.1 La formación del profesorado del siglo XXI: avanzando hacia la educación STEAM

Actualmente, debido a los múltiples retos que enfrenta la sociedad, resulta imposible pensar en formar ciudadanos del siglo XXI únicamente desde los conocimientos disciplinares; por lo contrario, se requiere una formación integral, que desarrolle conocimientos, habilidades y actitudes que los prepare para enfrentar desafíos inciertos ([Rocard et al., 2007](#)). En este escenario, la educación ha apuntado hacia un modelo de desarrollo de competencias, que permita al estudiantado conectar el conocimiento con su contexto por medio de situaciones auténticas. Así, por ejemplo, [Alsina et al. \(2022\)](#) declaran que las disciplinas no pueden ser una materia alejada de la realidad, por el contrario, han de estar relacionadas con el entorno cercano del alumnado, de tal forma de desarrollar interés en ellas y visualizar su utilidad para la vida en general. En esta línea, [Kelley y Knowles \(2016\)](#) sostienen que la utilización de contextos situados permite un aprendizaje relevante. Por este motivo, cobra sentido situar el proceso de enseñanza-aprendizaje desde problemáticas relacionadas con los ODS, ya que estos abordan problemáticas sociales, sanitarias y ambientales que requieren, ciertamente, de las disciplinas en la búsqueda de una solución. [Topalska \(2021\)](#) manifiesta que al enfrentarse a problemáticas reales y cotidianas, las personas no pueden distinguir cuáles disciplinas o conocimientos son los que han usado. Esto se debe a que se crea una combinación natural y armoniosa entre ellas. Por lo mismo, la disciplina, de manera aislada, no es suficiente para abordar situaciones del mundo real ([Alsina y Mulà, 2021](#)).

En consecuencia, perpetuar un modelo de enseñanza centrado en la disciplina y descontextualizado del mundo no se ajusta a las necesidades actuales. Por el contrario, las disciplinas escolares deben ser pensadas y enseñadas como una herramienta con la cual ver y enten-

der el mundo de manera integrada con otras áreas del conocimiento. En este escenario, desde hace un par de décadas, ha tomado fuerza el enfoque educativo STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*), que hace alusión a la naturaleza integrada de las disciplinas que lo componen y que nace a raíz de la alerta generada en el informe Rocard (Rocard et al., 2007) sobre la falta de vocaciones hacia estas disciplinas y la desigualdad de acceso a ellas. Con base en esta preocupación, se observa un aumento del interés en desarrollar un enfoque educativo que promueva la interdisciplinariedad y la alfabetización en estas áreas (Yakman y Lee, 2012), enfatizando también en la necesidad de fomentar el desarrollo de la creatividad y humanidades por medio de las artes, sumando una A para dar origen a la sigla STEAM. Para Quigley y Herro (2016), STEAM es un enfoque cuyo objetivo “es preparar a los estudiantes para resolver los problemas apremiantes del mundo a través de la innovación, la creatividad, el pensamiento crítico, la comunicación efectiva, la colaboración y, en última instancia, el conocimiento nuevo” (p. 410).

Si bien muchos autores apoyan a STEAM como un enfoque que favorece el desarrollo de las competencias necesarias para los adultos del mañana (Castro et al., 2020; Couso, 2017; Domínguez et al., 2019), las disciplinas STEAM de manera aislada no logran el desarrollo competencial necesario para el siglo XXI. Debido a ello, es primordial construir conexiones profundas entre las disciplinas que componen STEAM. Por esta razón, se ha transitado hacia un enfoque de educación STEAM integral, el cual se caracteriza por la interdisciplinariedad de dos o más áreas STEAM (Perignat y Katz-Buonincontro, 2019; Silva-Hormazábal et al., 2022). Defensores de la naturaleza integrada de la educación STEAM argumentan que enseñar las disciplinas de una manera más conectada, con los problemas del mundo real, puede hacer que las materias STEAM sean más relevantes para estudiantes y maestros, mejorando así la motivación hacia el aprendizaje (National Academy of Engineering and National Research Council, 2014).

En este escenario, es primordial direccionar los esfuerzos hacia el desarrollo de las competencias profesionales del profesorado, que incluyen tanto el conocimiento profesional como con las habilidades necesarias para tomar decisiones efectivas frente a las problemáticas pedagógicas, y todo ello a través de la reflexión (Alsina et al., 2016). Este desarrollo permitirá que el profesorado pueda propiciar conexiones, tanto dentro de su disciplina como con otras áreas STEAM, impulsando así un modelo interdisciplinar de enseñanza-aprendizaje desde la primera infancia.

Al respecto, Illán y Molina (2011) y Alsina (2012; 2020) hacen hincapié en establecer conexiones entre las disciplinas STEAM y la vida cotidiana, promoviendo la vinculación con la realidad del estudiante, donde el contexto y las aplicaciones de la ciencia son el punto de partida para el desarrollo de ideas científicas en el aula (Parchmann et al., 2006). En esta misma línea, Martínez et al. (2020) indican que llevar al aula un currículo basado en proyectos STEAM requiere la implementación de estrategias didácticas y evaluativas, cuyo proceso de planificación precisa de apoyo al desarrollo profesional docente. En este escenario, algunos países han impulsado propuestas de formación del profesorado en el enfoque STEM que han servido de base para avanzar hacia una educación STEAM integral. Por ejemplo, en Estados Unidos, el National Research Council (2014) desarrolló un marco descriptivo para proporcionar líneas comunes en torno a STEM, tanto para investigadores como para docentes que desarrollen STEM integrado en las aulas K-12. En Europa, el proyecto ELITE - Enhancing Learning in Teaching via e-inquiries (2016 - 2019), busca apoyar el aprendizaje profesional del profesorado de STEM para el desarrollo de competencias. Este proyecto, por una parte, entrega un marco orientativo con el cual diseñar una propuesta de formación y por otra parte, asigna una especial responsabilidad a las instituciones educativas en cuanto a la promoción de diferentes modalidades de formación STEAM para los docentes.

En cuanto a los avances de esta área en el contexto hispano, [Tovar \(2019\)](#) realiza un análisis bibliométrico sobre la evolución de la educación STEM planteando que, a pesar de la proximidad existente entre las ciencias, la tecnología, la ingeniería y la matemática, lo cierto es que a nivel educativo persiste el parcelamiento de saberes. Igualmente, describe el desarrollo de la educación STEM en países hispano hablantes. Respecto al contexto chileno, [Tovar \(2019\)](#) menciona que “en la mayoría de los escenarios, desde los congresos hasta las producciones académicas se destaca la importancia de implementar un currículo STEM como una efectiva herramienta de posicionamiento de Chile” (p. 3). Asimismo, describe que el enfoque ha alcanzado el nivel central, debido a que la Unidad de Currículo y Evaluación ha colgado en su página web un apartado para educación STEM. No obstante, para estos investigadores esta acción no es suficiente, debido a que la información dispuesta es escasa. Además, no es complementada con algún tipo de formación u orientación al profesorado para implementar y evaluar en coherencia con el enfoque. Tal como reflexiona [Tovar \(2019\)](#), los materiales dispuestos tienen más relación con la integración de conocimientos que a STEM como tal. Paralelamente, el sitio web minimiza las metodologías para trabajar STEM, haciendo alusión solo a la metodología Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). Por lo descrito, se considera solo un repositorio informativo un tanto vago y poco específico. No obstante, es un primer esfuerzo en integrar al contexto chileno un enfoque relativamente nuevo y bastante desconocido para el profesorado.

Otras experiencias, como el [Plan STEMcat de la Generalitat de Catalunya \(2017\)](#), indaga acerca de vías de colaboración con el mundo educativo para apoyar las iniciativas que fomenten las vocaciones STEM. Asimismo, indican que la justificación para la elaboración del Plan STEMcat se apoya en diferentes estudios que muestran estereotipos de género asociados a carreras STEM, los cuales se empiezan a formar desde la niñez y se consolidan entre los 10 y los 14 años. Además, uno de los principales objetivos de STEMcat radica en la formación del profesorado en los ámbitos científicos, tecnológicos y matemáticos.

Por otra parte, algunas investigaciones han aportado un marco con contenidos, metodologías y duración temporal para la formación docente, tanto en STEM como STEAM, que sirven de guía para futuros diseños formativos. Así, al realizar una revisión de los artículos científicos sobre formación docente STEAM, se han seleccionado 11 trabajos de los últimos 5 años que aportan en esta línea y cuyos principales elementos han sido sistematizados y ordenados cronológicamente, como se observa en la figura 1:

Figura 1*Características de un programa de formación del profesorado en STEM/STEAM.*

			Conceptualización teórica			Concpetualización metodológica		Práctica STEAM	Identidad profesional						
Artículo	País	Tiempo	Introducción teórica STEAM	Integración disciplinar	Habilidades	Contextualización auténtica	ABProyectos	ABProblemas	Pensamiento de diseño	Planificación lecciones	Evaluación	Implementación	Reflexión docente	Colaboración docente	Acompañamiento
Rodriguez-Silva & Alsina, 2022	Brasil	4 meses	x	x		x	x	x		x					
Boice, et al., 2021	Estados Unidos	25 días		x		x	x			x					x
Diego-Mantecon, 2021	España	9 hrs	x	x		x	x		x	x	x		x	x	
López-Gamboa, 2021	Costa Rica	40h			x	x	x	x			x			x	
Toma & Retana-Alvarado, 2021	Costa rica – España	no indica	x			x			x	x					
Wu, et al., 2021	China	16h				x				x	x		x	x	
Jurado et al., 2020.	España	3 días	x	x				x		x	x	x		x	x
Yildirim, 2020	China	80h	x		x					x	x	x			x
Yip, 2020	China	24h	x			x			x					x	
Carmona, et al., 2019	Colombia	64h		x			x			x					
Du, et al., 2019	China	135h	x	x		x	x	x	x	x	x			x	x

Fuente: Elaboración propia.

Considerando los antecedentes aportados, es posible precisar algunos elementos claves para el desarrollo profesional en STEAM: conceptualización teórica de STEAM, integración disciplinar, contextualización, metodologías activas, foco en la práctica STEAM y colaboración docente. Así también, aunque menos reportado, creemos imprescindible incluir el desarrollo de habilidades (siglo XXI, STEAM, matemáticas, científicas, etc.) y la reflexión como parte de la identidad docente. En la misma línea, otros autores han entregado algunas recomendaciones; por ejemplo, [Smith et al. \(2017\)](#) ponen énfasis en las comunidades de aprendizaje docente y trabajo colaborativo. Esto, considerando el carácter integrado de STEAM, permite abordar desafíos que manifiesta el profesorado, tales como la carga de trabajo y la comprensión de la integración STEAM ([Boice et al., 2021](#)). Igualmente, [Smith et al. \(2017\)](#) reportan que la formación debe ser relevante para las propias necesidades del profesorado. En el mismo orden de ideas, [Wu et al. \(2021\)](#), destaca la importancia del acceso al desempeño experto y modelado.

Por último, consideramos que incluir el Desarrollo Sostenible permite diseñar actividades contextualizadas, integrar disciplinas para resolver problemáticas y desarrollar habilidades, por lo cual es pertinente incluirlo como elemento clave, a pesar de no estar reportado en los estudios analizados. Además, considerando aportes de STEMcat ([Generalitat de Catalunya, 2017](#)) y [UNESCO \(2019\)](#) se releva el rol de la perspectiva de género, tanto para el diseño de programas STEAM, como para el Desarrollo Sostenible.

3. Método

De acuerdo con nuestro objetivo, se ha diseñado un estudio orientado por el enfoque Design-Based Research (DBR) o Investigación Basada en Diseño ([Design-Based Research Collective, 2003](#)). Este tipo de metodología se concibe como un proceso iterativo que busca dar respuesta a problemas educativos complejos ([McKenney y Reeves, 2014](#)). Al respecto, [Anderson y Shattuck \(2012\)](#) caracterizan la metodología DBR como una investigación situada y realista, que se enfoca en el diseño y la prueba de una intervención, adopta métodos mixtos, mejora el diseño a través de ciclos iterativos y trabaja articuladamente con investigadores y profesionales. Asimismo, [Juuti y Lavonen \(2006\)](#) consideran que el profesorado, al estar involucrado, acepta más fácilmente la nueva implementación. Considerando esta última característica, esta metodología mantiene una estrecha vinculación entre investigadores, profesionales ligados a STEAM y profesores de Educación Primaria, pertenecientes a 4 escuelas estatales del Sur de Chile.

En cuanto al diseño de las fases de esta investigación, considerando los aportes de [Bakker y Van Eerde \(2015\)](#); [Guerra et al. \(2017\)](#) y [Plomp \(2007\)](#), se propone un proceso de cinco fases (Figura 2).

Figura 2

Ciclo DBR propuesto por la literatura.



Fuente: Elaboración propia.

Esta investigación está organizada en tres iteraciones de las fases en la Figura 1. Sin embargo, la fase 5 se considera un momento final del ciclo en el cual se divulgan los resultados. En la Figura 3 se observa la evolución de las fases en cada ciclo.

Figura 3

Iteraciones diseño propuesta formativa “PRO-STEAM”.



Fuente: Elaboración propia.

Para el análisis de los datos obtenidos en las iteraciones descritas en la Figura 2, se han combinado técnicas cualitativas y cuantitativas, para así desarrollar una comprensión más amplia sobre el objeto de estudio (Creswell y Plano Clark, 2018).

4. Resultados

Considerando el objetivo de este estudio, cuya finalidad es diseñar y validar una propuesta formativa para el profesorado chileno de las primeras edades con un enfoque de educación integral STEAM, se describen los datos de las fases correspondientes a las iteraciones del proceso de diseño y validación.

4.1 Preparación

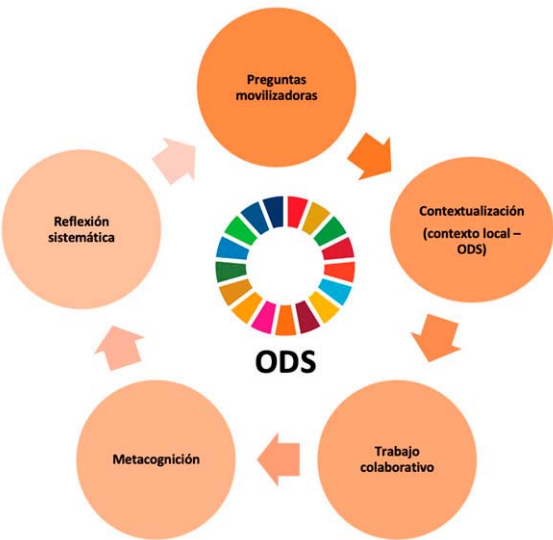
Se ha realizado una revisión documental durante las tres iteraciones, que contempla los antecedentes expuestos en el marco teórico, la participación en diversos seminarios sobre STEAM y el análisis de propuestas formativas que permiten organizar un marco orientativo sobre contenidos, metodologías y duración para la formación docente en STEM.

Teniendo en consideración los antecedentes revisados, es posible señalar elementos clave para el desarrollo profesional en STEAM: conceptualización teórica de STEAM, integración disciplinar, contextualización, metodologías activas, foco en la práctica STEAM y colaboración docente. Igualmente, se considera imprescindible incluir el desarrollo de habilidades y promover la reflexión como parte de la identidad docente. En el mismo orden de ideas, se asume que la contextualización por medio del desarrollo sostenible permite desarrollar actividades contextualizadas, integrar disciplinas para resolver problemáticas reales y desarrollar habilidades, por lo cual es pertinente incluirlo como elemento clave, a pesar de no estar reportado en los programas analizados. Además, considerando aportes de STEMcat y UNESCO que relevan el rol de la perspectiva de género para el desarrollo STEAM, se incluye este elemento como uno de los elementos claves.

4.2 Diseño, implementación y análisis de los resultados

Iteración 1: Con los antecedentes de la fase de preparación, en primer lugar, se define el objetivo general de la formación: Desarrollar competencias docentes para el diseño e implementación de actividades STEAM para el desarrollo sostenible. En segundo lugar, se identifican elementos del diseño de la formación, como la cantidad de módulos, las competencias y contenidos a desarrollar. Las competencias se focalizan en el desarrollo sostenible y STEAM, considerando las competencias 4C (Scott, 2015): *creative, critical thinking, communication and collaboration*. Por último, se define el modelo de formación a utilizar. Se opta por el modelo realista que, de acuerdo con Alsina et al. (2016), promueve “la integración de la persona con sus experiencias personales, los conocimientos teóricos y sus experiencias en la práctica de aula, y ello a través de la reflexión” (p. 13). Con base en este modelo formativo, se proponen actividades que permitan al profesorado en formación conectar de manera introspectiva los nuevos conocimientos con sus experiencias y creencias previas (Alsina et al., 2016). Con este propósito, se aplica un instrumento que favorezca esta reflexión, analizando las percepciones hacia STEM (Tao, 2019). En cuanto a la estructura interna de las sesiones, se plantea una ruta de aprendizaje basada en la reflexión y situada en el marco de los ODS, que propicie la contextualización desde las problemáticas locales (Figura 4).

Figura 4
Estructura interna de las sesiones.



Fuente: Elaboración propia.

A partir de los antecedentes descritos, se diseña la versión 1 Pro-STEAM (Figura 5), que fue sometida al juicio de expertos, como parte del proceso de implementación DBR. Dicho equipo de expertos está formado por 3 académicos con experiencia en la formación del profesorado e investigaciones en la línea STEAM.

Figura 5
Versión 1 Pro-STEAM.

Módulo	Rol del género en las interacciones pedagógicas de aula.	Descripción
Módulo 1		Educación STEAM integrada para todos y todas . Origen y fundamentos.
Módulo 2		Educación para la sostenibilidad desde el territorio Sur Austral de Chile.
Módulo 3		Bases curriculares e Interdisciplinariedad.
Módulo 4		Abordaje teórico conceptual del Aprendizaje basado en Proyectos, como Metodología de enseñanza para la educación STEM
Módulo 5		Evaluación desde el enfoque STEAM integrado.
Módulo 6		Implementación de propuestas STEAM en el contexto escolar

Fuente: Elaboración propia.

En relación con la validez de contenido (Tabla 1), se ha medido a través del Coeficiente de Validez de Contenido propuesto por [Hernández-Nieto \(2002\)](#), el cual permite medir el grado de acuerdo de los expertos respecto a cada uno de los ítems y al instrumento en general ([Pedrosa et al., 2013](#)).

Tabla 1

Estadísticos descriptivos y Coeficiente de Validez de Contenido (CVC) de cada ítem. Expertos.

Ítem	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación estándar	Coeficiente de variación	CVC
1	4	5	4.3	0.58	13.32	0.83
2	3	5	4.3	1.15	26.65	0.83
3	3	5	3.7	1.15	31.49	0.70
4	3	5	3.7	1.15	31.49	0.70
5	3	5	4.3	1.15	26.65	0.83

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los datos obtenidos, dos de los ítems no superan el valor crítico de 0,8 propuesto por Hernández-Nieto, por lo que habría que eliminarlos o bien reformularlos. Sin embargo, al revisar los comentarios emitidos por los expertos, se entiende que con reformular el indicador se podría corregir este hecho. Por consiguiente, el análisis de los comentarios cualitativos es concluyente para tomar decisiones más robustas en torno a las modificaciones.

Al cruzar ambas informaciones es posible indicar los siguientes cambios del diseño:

- Inicialmente presentaba seis módulos, luego, con los aportes del experto DC, se sintetizan en tres módulos: Educación para el Siglo 21, Educación STEAM e Implementación STEAM.

- El diseño 1 presentaba una columna vertebral que tenía relación con el enfoque de género y que separaba en dos grupos las doce sesiones; seis se orientaban a las interacciones pedagógicas y seis a la implementación de prácticas en el aula. No obstante, esto se transforma en un eje sobre el cual se diseñan las clases. Lo mismo sucede con el enfoque competencial propuesto. De esta forma, se deriva de un diseño que tenía el enfoque de género como columna vertebral, a uno que contempla 2 ejes que sostienen el diseño enfoque de género y desarrollo competencial.

- El experto DC sugiere incluir una sesión no considerada (naturaleza de la ciencia) y reorganizar las sesiones bajando de 12 a 10, de manera tal que sea más amigable para el participante.

- El experto SL sugiere incorporar la metodología pensamiento de diseño. Atendiendo a ello y considerando que también es reportada como una metodología para implementar STEAM, se participa en un taller formativo y se incorporan algunos elementos dentro del diseño.

- CG sugiere incluir “pequeños relatos de los profesores sobre prácticas que pongan en valor caminos ya recorrido en estos temas”, lo cual se puede considerar como una estrategia de motivación para el participante, tanto sobre STEAM en general, como género en particular.

Iteración 2: Con los hallazgos y las valoraciones obtenidas en el juicio de expertos, se procede a mejorar el diseño, obteniendo la versión 2 Pro-STEAM (Figura 5). En primer lugar, se define la estructura del programa, considerando las competencias, el objetivo general, los objetivos específicos, conocimientos, y actitudes; así como también la organización de los módulos y sus respectivas sesiones. Este nuevo diseño es sometido a juicio por 11 pares-ex-

pertos, todos ellos pre-inscritos como participantes del curso. En su mayoría, son profesores de Educación Básica (primaria), pertenecientes a establecimientos rurales y urbanos públicos (municipales) (tabla 2).

Figura 6

Versión 2 Pro-STEAM.

Módulo	Sesiones	Desarrollo de competencias 4C
Módulo 1 Educación para el Siglo 21	1. Educar en el Siglo XXI	
	2. Naturaleza de la ciencia	
	3. Educación para la sostenibilidad.	
Módulo 2 Educación STEAM	4. Educación STEAM, desde el enfoque integrado.	
	5. Bases curriculares e Interdisciplinariedad.	
	6. Co-docencia	
Módulo 3 Implementación actividades STEAM	7. Metodologías para trabajar STEAM desde el enfoque de la integración de disciplinas.	
	8. Sesión práctica	
	9. Evaluación desde el enfoque STEAM integrado.	
	10. Sesión práctica	
	11. Sesión práctica	
	12.- Cierre y evaluación	
Perspectiva de género: • Rol del género en las interacciones pedagógicas de aula. • Implementación de Prácticas pedagógicas con perspectiva de género.		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2

Estadísticos descriptivos y Coeficiente de Validez de Contenido (CVC) de cada ítem. Pares-expertos.

Ítem	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación estándar	Coeficiente de variación	CVC
1	3	5	4.6	0.67	14.54	0.93
2	4	5	4.8	0.40	8.40	0.96
3	4	5	4.6	0.50	10.88	0.93
4	4	5	4.7	0.47	9.88	0.95
5	4	5	4.7	0.47	9.88	0.95

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 2 se observa que los pares-expertos juzgan como adecuados todos los ítems propuestos, alcanzando un alto nivel de acuerdo. Además, se aprecia menor variabilidad en los resultados comparado con el análisis del primer juicio de expertos. Todos los puntajes promedios de los ítems superan el valor 4,5. Posterior al análisis del juicio de pares expertos y las aportaciones realizadas, se procede a explicitar el desarrollo de competencias en los módulos, incorporar elementos de ingeniería y añadir la coevaluación de las producciones finales. Por último, se obtiene la versión 3 del plan de formación Pro-STEAM: **"Educación integral STEAM+G una oportunidad para formar ciudadanos en sostenibilidad"**. En la Figura 6 se presenta la estructura del curso, que consta de 3 módulos (Educación para el siglo 21, Educación STEAM e implementación de actividades STEAM) y 12 sesiones, con un

total de 24 horas pedagógicas. Es importante destacar que las sesiones han sido divididas en 2 bloques, esto debido a que se organizarán en torno a la perspectiva de género. El primer bloque aborda **“El rol del género en las interacciones pedagógicas de aula”**, mientras que el segundo desarrolla la habilidad de **“Identificar e implementar Prácticas pedagógicas con perspectiva de género”**.

Figura 7

Versión 3 Pro-STEAM.

Módulo	Objetivo específicos	Sesiones contenido	Contenidos	
Educación para el Siglo 21	Actualizar conocimientos sobre las necesidades educativas de los ciudadanos del SXXI, promoviendo una educación basada en competencias para el desarrollo sostenible.	1. Competencias para el ciudadano del Siglo XXI	Educación para el siglo 21, desafíos. Agenda 2030, ODS y su relación con STEAM	Desarrollo de competencias 4 C
		2. Naturaleza de la ciencia	Visiones sobre las personas dedicadas a la ciencia Dimensiones de la NdC	
		3. Competencias para una educación en sostenibilidad.	Ciudadanía global y Desarrollo Sostenible. Educación para el desarrollo sostenible. Competencias para el desarrollo sostenible	
Educación STEAM	Identificar oportunidades de integración disciplinar presentes en el currículum nacional por medio de metodologías como ABProyectos, ABProblemas, Aprendizaje situado o ingeniería reversa, en contextos significativos.	4. Educación STEAM desde el enfoque integrados: Origen y fundamentos	De STEM a STEAM, origen y fundamentos Relación entre STEAM y desarrollo sostenible Una experiencia STEAM	
		5. Bases curriculares e Interdisciplinariedad.	Qué es la integración, para qué integrar, cómo integrar disciplinas Enfoque STEAM Integrado Formas de integrar en STEAM Propuesta para el proceso de integración	
		6. Co-docencia	Estilos de co-docencia Beneficios para el aprendizaje	
Implementación STEAM	Diseñar experiencias STEAM, implementadas por medio de metodologías que promuevan la integración de al menos 2 disciplinas en un contexto desafiante para el estudiantado, evaluadas colaborativamente por los equipos docentes.	7. Metodologías para su implementación del enfoque STEAM integrado.	Aproximación a las metodologías: Aprendizaje situado, Aprendizaje Basado en el Lugar, Pensamiento de diseño y Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)	
		8. Sesión práctica de diseño	Diseño de ABP con un enfoque basado en el lugar.	
		9. Sesión práctica de diseño	Identificación de situaciones problematizadoras Productos evaluativos Contextualización desde los ODS Conexiones disciplinares	
		10. Evaluación desde el enfoque STEAM integrado.	Diferencia entre evaluar y calificar Para qué evaluar Cómo evaluar aprendizajes interdisciplinarios Herramientas para evaluar en STEAM	
		11. Sesión práctica - evaluación aprendizaje	Diseño de instrumento para la evaluación integrada	
		12. Co-evaluación de los diseños	Evaluación de diseños aplicando rúbrica	
Perspectiva de género: - Rol del género en las interacciones pedagógicas de aula. - Implementación de Prácticas pedagógicas con perspectiva de género.				

Fuente: Elaboración propia.

Iteración 3: Como parte de la Investigación Basada en Diseño, es importante probar el prototipo en un contexto real. Debido a esto, se pone a prueba el diseño del curso impartiendo la secuencia instructiva con un grupo de 31 profesores de escuelas del Sur de Chile. Para ello, se utiliza una bitácora como instrumento para recopilar información, en la cual se promueve la reflexión docente en torno a los elementos importantes del diseño de esta formación. Las valoraciones recopiladas apoyan la continuación y el desarrollo de este modelo (Tabla 3).

Tabla 3*Comentarios y valoraciones de los participantes.*

Género	Contexto	Habilidades - competencias	Valoración
SA: “se nos olvida incluir la perspectiva de género”	PS: Siempre valoro... conectar el currículo con el contexto real de los estudiantes y sus problemáticas”	GA: “...debemos poner en práctica nuevas competencias, habilidades y conocimientos...¿cómo lo hacemos?...”	VP: “Resulta sumamente desafiante planificar, ejecutar y evaluar ADI STEAM”
PA: “En ese momento fui consciente de las ideas prediseñadas que tengo, que por lo demás resultan bastante limitadoras...”	BA: “valoró aprender a usar los contextos, participar de un trabajo colaborativo ...”	AT: “Necesitamos avanzar hacia experiencias vivas y ricas de aprendizaje...” “necesitamos más formación...”	TV: “Estoy convencida de que este tipo de educación es la que nuestros estudiantes necesitan y merecen”
IM: “...puedo reflexionar la importancia de mi rol , sobre todo en la niñas, pues la incidencia de las palabras de un docente resultan cruciales...”	MG: “Un contexto auténtico favorece enormemente el aprendizaje...es necesario saber cómo identificarlos...”	AS: “Debo seguir buscando información para desarrollar competencias y renovar las herramientas evaluativas”	IR: “cada tema abordado permite entender el enfoque STEAM y sentir la fortaleza para aplicarlo en esta escuela”

Fuente: Elaboración propia.

Considerando los comentarios de la tabla 3, se re-diseña la estructura de las sesiones, abordando el contexto como punto de partida que permita el desarrollo de competencias para el desarrollo sostenible y competencias STEAM, en un ambiente de igualdad de género, triangulándose los elementos anteriormente descritos (Figura 7). Así, cada sesión contempla una contextualización situada en el territorio, una problemática ODS abordable desde la integración de disciplinas que movilizan el desarrollo de competencias. De esta forma, mientras el profesorado adquiere conocimientos y estrategias para la implementación del enfoque STEAM, el instructor realiza un modelamiento de prácticas, tanto hacia la integración como al desarrollo de competencias docentes (Lluch-Molins y Cano-García, 2022), circunscrito en un ambiente de aprendizaje con perspectiva de género. Finalmente, el diseño final del curso contempla la organización general de los módulos (Figura 6) y la estructura interna de las sesiones (Figura 8).

Figura 8

Organización elementos conceptuales de cada sesión.



Fuente: Elaboración propia.

4.3 Reflexión e información: Tal como se mencionó, esta fase se realiza al final de las iteraciones y permite divulgar los resultados del diseño previamente validado, de modo tal que sea posible de replicar y continuar con nuevas iteraciones de diseño, ajustándose al contexto específico en el que se desarrolle. Desde esta perspectiva, en el Anexo 1 se describe el itinerario completo de las 12 sesiones diseñadas en este proceso de IBD.

5. Discusión

Avanzar en la educación STEAM requiere un profesorado con las competencias profesionales necesarias para enfrentar este reto educativo. Sin embargo, hasta ahora, han sido solo algunas las experiencias en torno a la formación del profesorado en esta línea. Principalmente, Estados Unidos y Europa han definido algunos marcos orientadores para la formación del profesorado y han manifestado la relevancia y la responsabilidad de los centros educativos en cuanto a ello. De esta forma, realizan un llamado a centrar los esfuerzos en la preparación de profesores, ya que son ellos quienes lideran la transformación educativa desde las aulas escolares.

Al respecto, en esta investigación se exploran los factores que deben considerarse para el diseño y la validación de una propuesta formativa STEAM para el profesorado de las primeras edades (4 a 10 años). En primer lugar, encontramos necesario para este tipo de diseños una relación teórico-práctica entre las experiencias reportadas en la literatura, los involucrados, otros profesionales o investigadores y el investigador. En segundo lugar, identificamos que existen experiencias internacionales en torno a la educación STEAM que entregan ciertas directrices sobre qué factores son importantes en el diseño (Boice et al., 2021; Carmona et al., 2020; Diego-Mantecon et al., 2021; Du et al., 2019; Jurado et al., 2020; López-Gamboa, 2021; Rodrigues-Silva y Alsina, 2022; Toma y Retana-Alvarado, 2021; Wu et al., 2021; Yildirim, 2020; Yip, 2020), como el uso de contextos reales y la utilización de metodologías activas como Aprendizaje Basado en Proyectos, Aprendizaje Basado en Problemas y Pensamiento de diseño. En cuanto a los contenidos del programa, se reporta relevancia a la identificación de necesidades particulares de los docentes; no obstante, podría considerarse como esencial una conceptualización teórica de STEAM, experiencias en STEAM, aplicación en el diseño

de actividades o proyectos e implementación. Además, se manifiesta como un eje importante el desarrollo de habilidades para el siglo XXI y el desarrollo sostenible. Por último, se propone la perspectiva de género como eje transversal para la promoción de vocaciones STEAM. En relación a la duración, no hay un consenso; sin embargo, las experiencias reportadas en la literatura oscilan entre 14 a 135 horas, esta última incluyendo el seguimiento del profesorado.

También es importante considerar que estos elementos deben ser adaptados a las necesidades formativas de los participantes, al tiempo disponible y otros factores como materiales o recursos económicos. De esta forma, incluir la participación del profesorado en el diseño o re-diseño de los planes de formación cobra gran relevancia, a lo cual se suma que su inclusión, además, contribuye en su implicación en el proceso.

Por último, las iteraciones realizadas durante esta investigación permitieron diseñar un plan formativo que considera las aportaciones de diferentes fuentes: literatura, investigadores en las líneas de Educación STEAM y desarrollo sostenible, otras propuestas formativas y también de los propios involucrados en la problemática, en este caso, los docentes; lo cual es vital para ofrecer el apoyo necesario al profesorado (Martínez et al., 2020).

No obstante, la limitación del estudio radica en que al ser una investigación basada en diseño, requerirá de nuevas iteraciones para probar el diseño en otros contextos, con grupos heterogéneos y de esta manera obtener nuevas aportaciones que permitan refinar y generalizar el diseño. Así también, otro reto es promover la innovación curricular en la formación inicial docente, para generar una sinergia entre la formación inicial y continua del profesorado en STEAM para el desarrollo sostenible.

6. Conclusiones

Los hallazgos de este estudio son una contribución en la incipiente formación del profesorado en STEAM para el desarrollo sostenible en Chile. Para ello, se ha diseñado y validado un programa de formación continua del profesorado fundamentado en la literatura que apuesta por un profesorado con una visión integrada de las disciplinas escolares en conexión con la sostenibilidad, capaz de implementar innovaciones educativas que trasciendan en el tiempo y que generen resultados positivos en el desarrollo de conocimientos, habilidades y actitudes en el estudiantado en torno a esta visión.

A partir de un proceso iterativo de diseño, implementación y re-diseño, se concluye que la propuesta presentada se adapta a las necesidades formativas del profesorado en la línea STEAM para el desarrollo sostenible. Esto, como se ha señalado a lo largo del estudio, considerando los aportes de los expertos y la valoración positiva por parte de los participantes. Desde nuestro punto de vista, esta es una cuestión fundamental, razón por la cual fueron involucrados en el proceso de diseño e implementación considerando sus aportaciones y observaciones, permitiendo una mayor aceptación de la propuesta. Sin embargo, a pesar de esta valoración positiva, proyectamos necesariamente una nueva iteración para evaluar el impacto de esta formación en las prácticas habituales del profesorado y cómo éstas desarrollan competencias en los estudiantes.

Referencias

- Anderson, T., y Shattuck J. (2012). Design-Based Research: A Decade of Progress in Education Research? *Educational Researcher*, 41(1), 16-25. <https://doi.org/10.3102%2F0013189X11428813>.
- Alsina, Á., Contreras, M., y Reyes, J. (2022). Matemáticas en contexto en Educación Primaria: conexiones con el entorno y con la música. *Unión: revista iberoamericana de educación matemática*, 18(64), 1-20. <https://orcid.org/0000-0001-8506-1838>.
- Alsina, Á., y Mulà, I. (2021). Sumando competencias matemáticas y de Sostenibilidad. Implementar y evaluar actividades interdisciplinarias. *UNO: revista de didáctica de las matemáticas*, 23 - 30.
- Alsina, Á. (2020). Conexiones matemáticas a través de actividades STEAM en Educación Infantil. *Unión - Revista iberoamericana de educación matemática*, 16(58), 168-190. <https://union.fespm.es/index.php/UNION/article/view/69>.
- Alsina, Á., Batllori, R., Falgás, M., Güell, R. y Vidal, I. (2016). ¿Cómo hacer emerger las experiencias previas y creencias de los futuros maestros? Prácticas docentes desde el modelo realista. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 14(2), 11-36. <https://doi.org/10.4995/REDU.2016.5672>.
- Bakker, A., y Van Eerde, H. (2015). An introduction to design- based research with an example from statistics education. En A. Bikner- Ahsbahr, C. Knipping, y N. Presmeg (Eds.), *Doing qualitative research: methodology and methods in mathematics education*. (pp. 429-466) Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9181-6_16.
- Baker, C., y Galanti, T. (2017). Integrating STEM in elementary classrooms using model-eliciting activities: responsive professional development for mathematics coaches and teachers. *International Journal of STEM Education*, 4(1), 10. <https://doi.org/10.1186/s40594-017-0066-3>.
- Boice K., Jackson J., Alemdar M., Rao A., Grossman S., y Usselman M. (2021). Supporting Teachers on Their STEAM Journey: A Collaborative STEAM Teacher Training Program. *Education Sciences*, 11(3), 1-20. <https://doi.org/10.3390/educsci11030105>.
- Carmona-Mesa, J. A., Cardona Zapata, M. E., y Castrillón-Yepes, A. (2020). Estudio de Fenómenos Físicos en la formación inicial de Profesores de Matemáticas. Una experiencia con Enfoque Stem. *Unipluriversidad*, 20(1), 18-38. <https://doi.org/10.17533/udea.unipluri.20.1.02>.
- Castro, A., Iturbe, C., Jiménez, R., y Silva, M. (2020). ¿Educación STEM o en humanidades? Una reflexión en torno a la formación integral del ciudadano del siglo XXI. *Utopía y Praxis Latinoamericana*, 25, 197-208. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4110904>.
- Couso, D. (2017). Per a què estem a STEM? Un intent de definir l'alfabetització STEM per a tothom i amb valors. *Ciències: revista del professorat de ciències de Primària i Secundària*, 34, 22-30. <https://doi.org/10.5565/rev/ciencias.403>.
- Creswell, J., y Plano Clark, V. (2018). *Designing and conducting mixed methods research*. Sage.
- Design-Based Research Collective. (2003). Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5-8. <https://doi.org/10.3102/0013189X032001005>.
- Diego-Mantecon, J.-M., Prodromou, T., Lavicza, Z., Blanco, T. F., y Ortiz-Laso, Z. (2021). An attempt to evaluate steam project-based instruction from a school mathematics perspective. *ZDM – Mathematics Education*, 53(5), 1137-1148. <https://doi.org/10.1007/s11858-021-01303-9>.

- Domínguez, P., Oliveros, M., Coronado, M., y Valdez, B. (2019). Retos de ingeniería: Enfoque educativo STEM+A en la revolución industrial 4.0. *Innovación Educativa*, 19(80), 15-32. <https://www.scielo.org.mx/pdf/ie/v19n80/1665-2673-ie-19-80-15.pdf>.
- Du, W., Liu, D., Johnson, C. C., Sondergeld, T. A., Bolshakova, V. L., y Moore, T. J. (2019). The impact of integrated stem professional development on teacher quality. *School Science and Mathematics*, 119(2), 105–114. <https://doi.org/10.1111/ssm.12318>.
- Generalitat de Catalunya (2017). *Pla STEMcat d'impuls de les vocacions científiques, tecnològiques, en enginyeria i en Matemàtiques*. <https://educacio.gencat.cat/web/.content/home/departament/linies-estrategiques/pla-stem/pla-stem.pdf>.
- Guerra, C., Moreira, A., y Vieira, R. (2017). Technological pedagogical content knowledge development integrating technology with a Research Teaching Perspective. *Digital Education Review*, 32, 85-96. <http://greav.ub.edu/der/>.
- Hernández-Nieto, R. (2002). *Contributions to Statistical Analysis*. Mérida, Venezuela: Universidad de Los Andes.
- Illán, N., y Molina, J. (2011). Integración curricular: respuesta al reto de educar en y desde la diversidad. *Educación en Revista*, 41, 17-40. <https://www.scielo.br/j/er/a/WWxzNvjG5rK-FhfhXPqcmQKy/?format=pdf>.
- Jurado, E., Fonseca, D., Coderch, J., y Canaleta, X. (2020). Social Steam Learning at an early age with robotic platforms: A case study in four schools in Spain. *Sensors*, 20(13), 3698. <https://doi.org/10.3390/s20133698>.
- Juuti, K., y Lavonen, J. (2006). Design-Based Research in Science Education: One Step Towards Methodology. *Nordina*, 4, 54–68. <https://doi.org/10.5617/nordina.424>.
- Kelley, T., y Knowles, J. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3, 1–11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>.
- Lluch-Molins, L., y Cano-García, E. (2022). Diseño y validación de un instrumento para la evaluación competencial en el marco del desarrollo profesional docente. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 25(2), 79-91. <https://doi.org/10.6018/reifop.514961>.
- López-Gamboa, M. V. (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>.
- Martínez, G., Mateos, M., y Naranjo, F. (2020). La didáctica de las áreas STEM en la formación del profesorado. Desarrollo de propuestas de intervención en el aula de educación secundaria. En R. Feltrero (Ed.), *La enseñanza de las ciencias desde la pedagogía social: El paradigma educativo STEM como modelo para la educación integral de ingenieros y ciudadanos* (pp. 141-153). Global Knowledge Academics.
- McKenney, S., y Reeves, T. (2014). Educational Design Research. En Spector, M., Merrill, D., Elen, J. and Bishop, M. (Ed). *Handbook of Research on Educational Communications Technology* (131-140). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5_11.
- National Academy of Engineering and National Research Council [NAE y National Research Council. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18612>.
- ONU (2015). *Memoria del Secretario General sobre la labor de la Organización*. Naciones Unidas. <https://docplayer.es/93659967-Memoria-del-secretario-general-sobre-la-labor-de-la-organizacion.html>.

- Parchmann, I., Grasel, C., Baer, A., Nentwig, R., y Ralle, B. (2006). "Chemie im Kontext": A symbiotic implementation of a context-based teaching and learning approach. *International Journal of Science Education*, 28(9), 1041-1062. <https://doi.org/10.1080/09500690600702512>.
- Pedrosa, I., Suárez-Álvarez, J., y García-Cueto, E. (2013). Evidencias sobre la Validez de Contenido: Avances Teóricos y Métodos para su estimación. *Acción Psicológica*, 10(2), 3-18. <https://dx.doi.org/10.5944/ap.10.2.11820>.
- 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>.
- Plomp, T. (2007). Educational design-based research: An introduction. En Plomp T. y Nieveen, N. (Eds.), *An Introduction to Educational Design Research* (pp. 9 -35). SLO.
- Quigley, C. F., y Herro, D. (2016). "Finding the joy in the unknown": implementation of STEAM teaching practices in middle school science and math classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(3), 410-426. https://doi.org/10.1007/978-3-030-04003-1_9.
- 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*. European Communities. <https://www.eesc.europa.eu/sites/default/files/resources/docs/rapportrocardfinal.pdf>.
- Rodrigues-Silva, J., y Alsina, Á. (2022). Effects of a practical teacher-training program on Steam Activity Planning. *Revista Tempos e Espaços Em Educação*, 15(34), 1-15. <https://doi.org/10.20952/revtee.v15i34.17993>.
- Scott, C. (2015). *El futuro del aprendizaje 2 ¿Qué tipo de aprendizaje se necesita en el siglo XXI? Investigación y prospectiva en educación*. UNESCO, París. [documentos de trabajo N° 14]. <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002429/242996s.pdf>.
- Smith, C., Svendsen, B., y Gray, P. (2017). Further Professional Development of Teachers. En Taber, K., Akpan, B. (Eds.) *Science Education. New Directions in Mathematics and Science Education* (pp. 551-560). SensePublishers. https://doi.org/10.1007/978-94-6300-749-8_40.
- 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>.
- Tao, Y. (2019). Kindergarten Teachers' Attitudes toward and Confidence for Integrated STEM Education. *Journal for STEM Education Research*, 2(2), 154-171. <https://doi.org/10.1007/s41979-019-00017-8>.
- Toma, R. B., y Retana-Alvarado, D. A. (2021). Mejora de las concepciones de Maestros en Formación de la Educación Stem. *Revista Iberoamericana De Educación*, 87(1), 15-33. <https://doi.org/10.35362/rie8714538>.
- Tovar, D. (2019). Educación STEM en la Sudamérica hispanohablante. *Latin-American Journal of Physics Education*, 13(3), 3308. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7553951>.
- Topalska, R. (2021). STEAM education in the view of the Bulgarian teacher. *TEM Journal*, 10(4), 1822-1827. <https://doi.org/10.18421/tem104-45>.

- UNESCO. (2017). *Education for sustainable development goals: Learning objectives*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247444>.
- UNESCO. (2016). *Educación 2030 Declaración de Incheon y Marco de Acción: hacia una educación inclusiva y equitativa de calidad y un aprendizaje a lo largo de la vida para todos*. UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000245656_spa.
- UNESCO. (2019). *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=1yqueryId=d5f381da-86f6-442b-8f3b-a86a83220043>.
- Wu, B., Peng, X., y Hu, Y. (2021). How to foster pre-service teachers' STEM learning design expertise through virtual internship: a design-based research. *Educational Technology Research and Development*, 69, 3307–3329. <https://doi.org/10.1007/s11423-021-10063-y>.
- Yackman, G., y Lee, Y. (2012). Exploring the exemplary STEAM education in the US as a practical educational framework for Korea. *Journal of Korea Association Science Education*, 32(6), 1072-1086. <https://doi.org/10.14697/jkase.2012.32.6.1072>.
- Yildirim, B. (2020). Öğretmen Yetiştirme üzerine Bir model önerisi: Stem öğretmen Enstitüleri Eğitim Modeli. *Pamukkale University Journal of Education*, 1–29. <https://doi.org/10.9779/pauefd.586603>.
- Yip, W. Y. (2020). Developing undergraduate student teachers' competence in integrative stem teaching. *Frontiers in Education*, 5, 1–9. <https://doi.org/10.3389/feduc.2020.00044>.



Este trabajo está sujeto a una licencia de Reconocimiento 4.0 Internacional Creative Commons (CC BY 4.0).

Anexo 1: Diseño itinerario sesiones formación profesores en STE

Pr STEAM

Claves:

-  Trabajo individual
-  Trabajo colaborativo

Módulo 1: Educación para el siglo 21.

Sesión	Descripción
1.- Educar en el Siglo XXI 	Inicio: Juego de roles → Ustedes son integrantes de la Comisión Educativa por un Chiloé Sostenible, se han reunido debido a la problemática que afecta a la isla frente a la reciente promulgación del decreto de escasez hídrica. Frente a este contexto ¿Qué acciones propondrían para frenar la crisis desde la escuela. (se sugiere adaptar el juego de roles al contexto de implementación) Actividad central: A partir de la reflexión del juego situar el hecho de que las problemáticas contextuales son multidisciplinarias, por ende, se requiere un cambio intra-escuela. Desde esta premisa establecer las necesidades educativas del siglo 21. (interdisciplinariedad, igualdad de género, desarrollo sostenible, habilidades siglo 21). Actividad práctica:  En la problemática inicial identificar competencias y aprendizajes disciplinares posibles de desarrollar. Reflexión:  "las mujeres abandonan las posibilidades de cursar carreras STEM desde muy temprana edad" (Dasgupta y Stout 2014).
2.- Naturaleza de la ciencia 	Inicio: aplicación instrumento DAST Draw a Scientist Test Actividad central: A partir del análisis de sus dibujos se analizan visiones deformadas o reduccionistas de la ciencia y estereotipo en las personas que hacen ciencia, centrándose en estereotipos de género. Concientizar cómo el acercar la ciencia a todos los niños y niñas posibilita reducir brechas y avanzar en la reducción de desigualdades. Se establecen conceptualizaciones sobre la naturaleza de la ciencia. Actividad práctica:  Observar video "Efecto Eureka" e indican qué aspectos de NdC es posible identificar. https://www.youtube.com/watch?v=vYWzmYcJv5g. Reflexión:  "Existe evidencia de que el profesorado no suele ser consciente de sus propias representaciones, y transmite en la enseñanza, ya sea ingenua o explícitamente, tales imágenes empobrecidas del quehacer científico, y que a medida que la escolaridad avanza, los rasgos más característicos se acentúan con fuerza" (Pujalte et al., 2014). Obs. Lectura optativa: Rol de maestros y maestras: Cierre de brechas en STEAM desde la Educación Inicial (extracto de STEAM + GÉNERO (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2021)
3.- Educación para la sostenibilidad 	Inicio: video que presenta a niños y niñas de Nicaragua relatando sobre sus derechos. Dialogo reflexivo en torno a los ODS 1, 2, 4 Y 5. Énfasis en frase de niño "las niñas no son iguales, deben hacer oficio y los niños trabajar en el campo". Actividad central: Conceptualización conceptos ciudadanía mundial y desarrollo sostenible. Exploración ODS y agenda 2030. conceptualización La educación para el desarrollo sostenible Actividad práctica: Reflexión:  ODS 4.7 "Todos los alumnos adquieran los conocimientos teóricos y prácticos para promover el desarrollo sostenible, entre otras cosas mediante la educación para el desarrollo sostenible y los estilos de vida sostenibles, los derechos humanos, la igualdad de género, la promoción de una cultura de paz y no violencia, la ciudadanía mundial y la valoración de la diversidad cultural y la contribución de la cultura al desarrollo sostenible Actividad práctica:  Esbozar (no planificar) una actividad para abordar en el aula un ODS, (ODS 2, 6 U 11) identificando cómo abordaría el enfoque de género.

Módulo 2: Educación STEAM

4.- Educación STEAM, desde el enfoque integrado 	Inicio: Utilizando la plataforma <i>Mentimeter</i> describen elementos de una actividad de enseñanza que ejemplifique la educación STEAM. Actividad central: conceptualización de STEM y STEAM. Origen, importancia y su relación con los ODS. Se presenta un ejemplo de actividad STEAM Actividad práctica:  Actividad situada en el ODS 12, observan video: https://www.youtube.com/watch?v=Y2n7xFQWOJo&t=6s y luego se les pregunta ¿Cómo Podemos visualizar este problema global en nuestro territorio? Para contextualizar el objetivo. Posteriormente, esbozan una actividad que aporte al logro de este objetivo desde el aula. Paralelamente se observan las potencialidades de interdisciplinariedad y desarrollo de habilidades. Reflexión:  UNESCO (2017) Garantizar el acceso igualitario de niñas y mujeres a la educación y a las carreras STEM es un imperativo para los derechos humanos.
5.- Bases curriculares e Interdisciplinariedad 	Inicio: Observan el video: https://www.youtube.com/watch?v=8ea6N2NS-38 Que sitúa ODS 13 Acción por el clima. Se les invita a proponer una idea con la cual abordar la sensibilización de este ODS en y desde el contexto escolar. Actividad central: Se conceptualiza la integración curricular, desde el para qué y cómo integrar. Así como también, la contextualización y los tipos de contextos. Posteriormente, se sitúa el enfoque STEAM integrado y las formas de integrar en STEAM. Se presentan algunos ejemplos de conexiones entre grandes ideas disciplinares. Por último, se les ofrece un esquema, que propone una secuencia de pasos para integrar, desde la elección del contexto. (Silva e Iturbe, 2022). Actividad práctica:  ¿Qué oportunidades o amenazas observo en mi contexto para concretar la integración curricular? Reflexión:  Integrar en una forma de llevar el mundo real al aula y utilizarlo para el aprendizaje disciplinar e interdisciplinar. Obs: Modelar prácticas de acceso igualitario de oportunidades.
6.- Co-Docencia 	Inicio: Utilizando la plataforma <i>Mentimeter</i> se realiza un repaso en espiral sobre contextualización. Actividad central: conceptualización de co-docencia y estilos de co-docencia. Experiencias prácticas de co-docencia. Actividad práctica: ¿Qué meta o acciones concretas nos proponemos como comunidad educativa referente a la co-docencia?

Módulo 3: Implementación STEAM

7.- Metodologías para trabajar STEAM desde el enfoque de la integración de disciplinas 	Inicio: Como una forma de indagar aprendizajes previos se plantea la siguiente situación: Ha llegado un colega nuevo/a al colegio y te ha pedido que le cuentes de que se ha tratado el curso. Tú decides escribirle un email. Actividad central: se presentan y conceptualizan algunas metodologías para introducir STEAM en las aulas: Aprendizaje situado, Aprendizaje Basado en el Lugar, Pensamiento de Diseño y Aprendizaje Basado en Proyectos. Actividad práctica:  Elaboración de resúmenes conceptuales de una de las metodologías presentadas. Posteriormente se comparten entre grupos. Reflexión:  Lectura pedagogías para cerrar brechas (extracto de STEAM + GÉNERO (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2021).
8.- Sesión práctica 	Inicio: Plenaria reflexiones sesión anterior. Posteriormente se realiza un análisis ficha ambientes de aprendizajes para reducir brecha (extracto de STEAM + GÉNERO (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2021). Actividad práctica:  Diseño de una actividad STEAM integrada. En primer lugar, se hace una revisión del esquema, propuesto en sesión anterior, el cual facilita una secuencia de pasos para integrar. (Silva e Iturbe, 2022). Luego, se muestra un ejemplo siguiendo esta estructura y por último se propone la elección de un ODS (ODS 3, 12 O 15) desde el cual situar el contexto para el diseño. Se propone la auto-evaluación de las propuestas siguiendo los Indicadores competenciales (CREMAT, 2009). Intencionar la inclusión de prácticas pedagógicas con perspectiva de género en los diseños. Reflexión:  ¿Cómo puedo implementar en mi aula un ambiente de aprendizaje que reduzca brechas?
9.- Evaluación desde el enfoque STEAM integrado. 	Inicio: Ticket de entrada con la pregunta: ¿Qué entendemos por evaluación? Actividad central: Diferenciación entre calificación y evaluación. Conceptualización y finalidad de la evaluación. Propuesta evaluativa del currículo. Evaluación desde el enfoque integrado. Herramientas de evaluación en STEAM. (Propuesta de Chalmers y Nason, 2017). Instrumentos para evaluar productos integrados. Tipos de rúbricas (analíticas y globales). Ejemplo de rúbrica para evaluar producto STEAM. Actividad práctica:  Delimitación de criterios integrados para evaluar actividad STEAM integrada, sesión anterior. Reflexión:  ¿Cómo la evaluación STEAM bajo el marco de la educación STEAM cooperaría en la disminución en la brecha de los roles de género en el aula?
10.- Sesión práctica 	Inicio: Revisión en espiral elementos de diseño y evaluación en STEAM. Actividad práctica:  Continuación delimitación de criterios integrados para evaluar actividad clase anterior. Definir peso disciplinar y descriptores en cada criterio. Cierre: Formulario Google Ticket de salida aprendizajes evaluación.
11.- Sesión práctica 	Inicio: Revisión en espiral elementos de diseño y evaluación en STEAM. Actividad práctica:  co-evaluación propuestas, para ello se les facilita una rúbrica que contiene los siguientes aspectos a evaluar: Problema, Pertinencia del contexto, contextualización, Objetivo integrado, Evaluación formativa, Producto de cierre Evaluación producto de cierre (rúbrica), inclusión de ODS y perspectiva de género. Cierre:  Exponen principales sensaciones durante la experiencia de co-evaluar. Reflexión:  Reflexión sobre el proceso de aprendizaje experimentado. Identificar principales aprendizajes y emociones vivenciadas.
12.- Actividad de cierre	Inicio: plenaria sobre sus reflexiones del proceso de aprendizaje experimentado. Actividad central: Evaluación de cierre (percepciones y conocimientos). Cierre: despedida.