



Valoración de docentes multigrado sobre un marco que orienta el diseño de unidades STEM integradas

Assessment of Multigrade Teachers on a Framework that Guides the Design of Integrated STEM Units

Avaliação de professores multisseriados em uma estrutura que orienta o design de unidades STEM integradas

Rodrigo Jiménez-Villarroel¹

Jhonny Medina-Paredes²

Angela Castro-Inostroza³

David Chávez-Herting⁴

Nicole Castrelo-Silva⁵

Recibido: abril de 2022

Aceptado: junio de 2022

Para citar este artículo: Jiménez-Villarroel, R., Medina-Paredes, J., Castro-Inostroza, A, Chávez-Herting, D. y Castrelo-Silva, N. (2022). Valoración de docentes multigrado sobre un marco que orienta el diseño de unidades STEM integradas. *Revista Científica*, 45(3), 328-344. <https://doi.org/10.14483/23448350.19294>

Resumen

El diseño de unidades STEM integradas en contextos escolares tradicionales ha sido ampliamente investigado. Sin embargo, no se ha explorado cómo elaborar este tipo de propuestas en contextos multigrado. Este estudio tiene como objetivo determinar la valoración de un grupo de docentes sobre la pertinencia y viabilidad de un marco que orienta el diseño de unidades STEM integradas en contextos multigrado. Además, se exploraron sus percepciones sobre la educación STEM y su implementación en estos contextos. Utilizando un diseño de investigación evaluativa con modalidad participativa en el contexto de un curso de desarrollo profesional

en STEM, se implementaron grupos focales a lo largo de las sesiones, y se elaboró y aplicó un cuestionario al final del desarrollo profesional. Los hallazgos sugieren que el marco analizado es relevante y factible, pero se podrían integrar mejor algunas etapas. El profesorado está abierto a aprender para implementar este tipo de educación, la cual ve como una oportunidad para contextualizar e integrar conocimientos. Aun así, informan que necesitan un apoyo más constante y duradero para aplicarlo en sus aulas.

Palabras clave: educación multigrado; enfoque interdisciplinario; enseñanza primaria; plan de estudios integrado; profesor de primaria.

1. Universidad Austral de Chile (Puerto Montt, Chile). Contacto: rodrigo.jimenez@uach.cl.
2. Universidad Austral de Chile (Puerto Montt, Chile). Contacto: jhonnymedina@uach.cl.
3. Universidad Austral de Chile (Puerto Montt, Chile). Contacto: angela.castro@uach.cl.
4. Universidad Austral de Chile (Puerto Montt, Chile). Contacto: david.chavez@uach.cl.
5. Escuela Francisco Chávez Cifuentes (Navidad, Chile). Contacto: nicole.castrelo@gmail.com.

Abstract

The design of STEM units embedded in traditional schooling contexts has been extensively investigated. However, there has been no exploration on how to elaborate this type of proposal in multigrade contexts. This study aims to determine the assessment by a group of teachers on the relevance and feasibility of a framework that guides the design of integrated STEM units in multigrade contexts. Additionally, their perceptions of STEM education and its implementation in these contexts were explored. By using an evaluative research design with a participatory modality in the context of a professional development course in STEM, focus groups were implemented throughout the sessions, and a questionnaire was elaborated and applied at the end of professional development. Findings suggest that the analyzed framework is relevant and feasible, but some stages could be better integrated. Teachers are open to learn in order to implement this type of education, which they see as an opportunity to contextualize and integrate knowledge. Still, they report needing more constant and lasting support so as to apply it in their classrooms.

Keywords: interdisciplinary approach; integrated curriculum; multigrade education; primary education; primary school teacher.

Resumo

O projeto de unidades STEM integradas em contextos escolares tradicionais tem sido amplamente pesquisado. No entanto, como desenvolver esse tipo de proposta em contextos multisseriados não foi explorado. Este estudo visa determinar a avaliação de um grupo de professores sobre a relevância e viabilidade de uma estrutura que orienta a concepção de unidades STEM integradas em contextos multisseriados. Além disso, foram exploradas suas percepções sobre a educação STEM e sua implementação nesses contextos. Utilizando um desenho de pesquisa avaliativa com modalidade participativa no contexto de um curso de desenvolvimento profissional em STEM, grupos focais foram implementados ao longo das sessões, e um questionário foi desenvolvido e aplicado ao final do desenvolvimento profissional. Os achados sugerem que o framework analisado é relevante e viável, mas algumas etapas poderiam ser mais bem

integradas. Os professores estão abertos ao aprendizado para implementar esse tipo de educação, que veem como uma oportunidade de contextualizar e integrar conhecimentos. Mesmo assim, relatam que precisam de apoio mais constante e duradouro para aplicá-lo em suas salas de aula.

Palavras-chaves: abordagem interdisciplinar; currículo integrado; educação multisseriada; educação primária; professor de escola primaria

Introducción

El rápido avance de las áreas STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, por su sigla en inglés) y su contribución al abordaje de muchos desafíos multidisciplinares que enfrentamos como sociedad ([Sias et al., 2017](#)) ha hecho que la educación STEM integrada sea considerada como un componente clave en la formación de la ciudadanía del siglo XXI ([Castro et al., 2020](#)). Este enfoque involucra al estudiantado en experiencias auténticas y relevantes para comprender temas interdisciplinares, visualizando conexiones entre disciplinas STEM y desarrollando conocimientos y habilidades dentro y a través de ellas ([English y King, 2015; 2019](#)).

Las unidades STEM integradas bien conceptualizadas tienen el potencial de promover la construcción de conocimiento profundo; sin embargo, su creación implica grandes dificultades para el profesorado ([Chalmers et al., 2017](#)). Una forma de superar estas dificultades es ofrecer a las y los docentes experiencias de desarrollo curricular que les permita visualizar conexiones entre las áreas STEM y reflexionar sobre prácticas de enseñanza orientadas al desarrollo de aprendizajes interdisciplinares ([Guzey, Moore y Harwell, 2016](#)). Así, por ejemplo, se han desarrollado iniciativas focalizadas en la integración del diseño de ingeniería con otras áreas STEM (p. e., [Estapa y Tank, 2017](#); [Nesmith y Cooper, 2019](#)), en la integración de la tecnología y del pensamiento computacional (p. e., [Castro, Aguilera y Chávez, 2022](#); [Rich, Yadav y Schwarz, 2019](#)), en aspectos actitudinales (p. e.,

[Guzey et al., 2016](#); [Karisan, Macalalag y Johnson, 2019](#)), en el conocimiento del contenido STEM y su enseñanza (p. e., [Aydeniz y Bilican, 2018](#); [Capobianco, DeLisi y Radloff, 2018](#)) y en prácticas instructivas innovadoras y habilidades del siglo XXI (p. e., [An, 2017](#); [Sias et al., 2017](#)). Estos estudios proporcionan evidencia que sugiere que el profesorado que participa en este tipo de experiencias mejora aspectos actitudinales asociados a la enseñanza en STEM y su conocimiento del contenido STEM, identifica conexiones entre las áreas de contenido STEM y desarrolla —en distintos niveles— lecciones STEM integradas apropiadas para el nivel en el que se esperan abordar. A su vez, evidencian las dificultades que experimentan al enfrentarse al desafío de diseñar lecciones integradas cuando tienen un conocimiento limitado del contenido STEM, destacando la necesidad de apoyarles en establecer conexiones entre las ideas de diferentes disciplinas y en implementar estas conexiones en el aula (p. e., [Aydeniz y Bilican, 2018](#); [Estepa y Tank, 2017](#)).

Considerando algunos desafíos asociados a la integración en STEM que dificultan el diseño de unidades STEM bien conceptualizadas, como la pérdida de integridad epistémica de las áreas integradas y el desarrollo de aprendizajes profundos y equilibrados ([Castro, Jiménez y Medina, 2021](#)), se han desarrollado propuestas orientadas a apoyar al profesorado en la elaboración de este tipo de unidades (p. e., [Chalmers et al., 2017](#); [Hurst, 2015](#)). Estas propuestas, planteadas para contextos tradicionales de escolaridad, comienzan con la selección de un tema y la identificación de una problemática o una gran idea STEM a abordar. Luego, mediante una revisión de los planes de estudio y estándares, se identifican y seleccionan los componentes clave involucrados y se integra parte del plan de estudios de solo un grado escolar, considerando dos o más áreas STEM para su desarrollo.

Sin embargo, existen otros contextos escolares, como los contextos multigrado, en los cuales se educan niños y niñas de distintas edades y grados de escolaridad en una misma aula ([Peirano,](#)

[Estévez y Astorga, 2015](#)), en los que también se debe garantizar este tipo de experiencias ([UNESCO, 2015](#)). En respuesta a la necesidad de acercar la educación STEM al aula multigrado, [Castro et al. \(2021\)](#) han planteado un marco que orienta el diseño de unidades STEM integradas en contextos multigrado. Esta propuesta teórica considera el abordaje de grandes ideas STEM para la promoción de aprendizajes profundos y equilibrados en las áreas a integrar, y la instrucción diferenciada como estrategia para dar respuesta a la heterogeneidad presente en estas aulas.

El marco se organiza en tres grandes fases que se desarrollan secuencialmente. La primera, denominada estructura de la integración, considera cuatro componentes que se abordan consecutivamente: (i) elección de un tema relevante y comprensible para todo el estudiantado, (ii) selección de la/s gran/des idea/s STEM que será foco de la unidad, (iii) identificación de los componentes clave de la/s gran/des idea/s STEM a través de la progresión de su aprendizaje en cada disciplina; y (iv) evaluación de la coherencia y la viabilidad de las decisiones didácticas tomadas en esta fase en su conjunto. Esta fase también considera que la secuencia puede comenzar con la selección de la /s gran/des idea/s STEM foco de la unidad, la identificación y la selección de sus componentes clave, para luego dar paso a la elección del tema y la evaluación de la propuesta.

La segunda fase, denominada fase de planificación general, contempla cuatro componentes que se desarrollan secuencialmente: (i) una reorganización de aprendizajes —en la que los aprendizajes curriculares clave asociados a la/s gran/des idea/as son reorganizados en torno a una actividad preliminar—, una actividad STEM central, una actividad de exploración de grandes ideas y una actividad de consolidación y síntesis; (ii) la diferenciación de contenido (conocimientos y habilidades) y de producto (qué se debe aprender), considerando los diferentes grados presentes en el aula; (iii) la elaboración de una ruta de aprendizaje que muestra, en una mirada horizontal, cómo

los aprendizajes considerados en la unidad se desarrollan a través de los diferentes grados presentes en el aula, y una mirada vertical, que permite visualizar cómo se desarrollará la integración; y (iv) la evaluación de las decisiones tomadas en la fase.

Finalmente, la última fase del marco, denominada elaboración de actividades STEM diferenciadas, contempla cinco componentes: (i) una actividad preliminar que introduce al alumnado en la temática de estudio o el desafío que abordará la unidad, motivando su abordaje y activando sus conocimientos previos, (ii) una actividad central STEM integrada, en la que se presenta la problemática o desafío foco de la unidad, (iii) una actividad de exploración de grandes ideas STEM que permite profundizar en los aspectos disciplinares específicos involucrados en el desafío o problema y visualizar puntos de encuentro y diferencia entre las disciplinas, (iv) una actividad de consolidación y síntesis que da respuesta al desafío o problema abordado en la unidad, conectando ideas específicas desarrolladas a lo largo de la unidad en un conocimiento interdisciplinario; y (v) la evaluación de la fase analizando todos los componentes en su conjunto.

Considerando la necesidad de acercar la educación STEM al aula multigrado, así como la

necesidad de explorar, desde la percepción del profesorado, la pertinencia y la viabilidad del marco anteriormente descrito, este estudio busca determinar la valoración que un grupo de docentes multigrado tiene sobre la pertinencia y la viabilidad de un marco que orienta el diseño de unidades STEM integradas en contextos multigrado. Adicionalmente se exploran sus percepciones sobre la educación STEM y su implementación en estos contextos. La pertinencia se entenderá como la coherencia interna entre las fases y los elementos considerados, y cómo estos son necesarios para el desarrollo de una unidad STEM que dé respuesta a los desafíos del aula multigrado. Por su parte, la viabilidad hará referencia al grado en que es posible emplear el marco para diseñar este tipo de unidades.

Metodología

Este estudio se realizó en el contexto de un taller de desarrollo profesional para docentes multigrado centrado en el diseño de unidades STEM integradas. Específicamente, se utilizó la investigación evaluativa con una modalidad participativa ([Aguilar, 2011](#)), organizada en tres etapas recogidas en [Tabla 1](#).

Tabla 1. Descripción de las fases del estudio

Etapa	Pregunta	Objetivo
Preliminar	¿Cuál es la percepción que un grupo de docentes multigrado tiene sobre la educación STEM y su implementación en estos contextos?	Explorar percepciones sobre la educación STEM integrada y su implementación en contextos multigrado.
Desarrollo	¿Cuál es la valoración que hace un grupo de docentes multigrado sobre la pertinencia y viabilidad de un marco que orienta el diseño de unidades STEM integradas durante el proceso de apropiación del marco por parte del grupo de docentes?	Valorar la pertinencia y la viabilidad de cada una de las fases del marco propuesto para el diseño de unidades STEM integradas en el proceso de apropiación.
Valoración final y retroalimentación de la propuesta.	¿Cuál es la valoración que hace un grupo de docentes multigrado sobre la pertinencia y la viabilidad de un marco que orienta el diseño de unidades STEM integradas, posterior al codiseño de este tipo de unidades? ¿Qué aspectos se deben reconsiderar en el marco a partir de comentarios, observaciones y uso que hace de este el grupo de docentes?	Analizar la pertinencia y la viabilidad de cada una de las fases del marco propuesto, posterior a su uso en el diseño de unidades STEM. Obtener retroalimentación del marco a partir de los resultados y hallazgos.

Se consideraron nueve sesiones de 90 minutos vía Zoom desarrolladas durante junio, julio y agosto de 2021. En el transcurso del taller, el grupo de docentes:

1. Reflexionó sobre la educación STEM y su potencial para el aula multigrado.
2. Analizó los desafíos asociados al desarrollo de aprendizajes profundos y equilibrados en las áreas STEM en este tipo de propuestas, y reflexionó sobre las ventajas y limitaciones de las estrategias que utilizan para abordar la heterogeneidad de sus aulas.
3. Se aproximó a las grandes ideas STEM y su potencial en una unidad integrada, analizando en pequeños grupos cada fase del marco propuesto.
4. Realizó un análisis didáctico de una propuesta STEM para un aula multigrado desarrollada con base en este marco.
5. Inició el codiseño en equipos de una unidad STEM integrada utilizando el marco propuesto. Además, cada participante valoró individualmente el marco mediante un cuestionario.
6. Participó de una instancia de socialización de valoración y retroalimentación del modelo.

Contexto y participantes

En Chile hay 3.393 escuelas rurales, de las cuales 1.838 son multigrado ([Ministerio de Educación, 2020](#)). Las escuelas rurales multigrado acogen a estudiantes provenientes de contextos aislados, de diferentes edades y grados en una misma aula. Su distribución por región es bastante variable, concentrando solo dos regiones —La Araucanía y Los Lagos— el 50 % de las escuelas multigrado de todo el territorio nacional. Para el presente estudio se invitó a docentes multigrado de la región de Los Lagos a participar en un desarrollo profesional en STEM con foco en el diseño de unidades. Así, el método de muestreo no fue probabilístico, sino que se basó en la accesibilidad y la voluntad del profesorado para participar del estudio ([Hernández, Fernández](#)

[y Baptista, 2010](#)). Participaron 26 docentes multigrado pertenecientes a diferentes localidades de la región y la totalidad dio su consentimiento informado para participar. Pese a que esta cifra puede parecer muy reducida, se debe considerar que las escuelas multigrado tienden a mostrar dificultades específicas de acceso, más aún en tiempos de pandemia. En efecto, se trata de establecimientos con una alta dispersión territorial, y con mayores problemas de infraestructura y accesibilidad que otros, de modo que la modalidad virtual usada por el contexto sanitario puede representar una dificultad adicional. Por otro lado, representan realidades muy diversas, difíciles de abordar simultáneamente, por lo que no es factible considerar a todas las escuelas multigrado en un mismo proceso de intervención. Por todas estas razones, el número de participantes se consideró adecuado para este estudio en particular.

Del total, la mayoría (78,3 %) fue de mujeres entre 25 y 65 años (media: 42,9 años, s.d. = 9,6), lo que refleja una amplia variedad de perspectivas y condiciones. Quien contaba con menos experiencia tenía un año de ejercicio, mientras quien tenía la mayor experiencia poseía 33 años de ejercicio. La misma variedad pudo apreciarse en la cantidad de grados (2-6) y estudiantes (2-24) presentes en sus aulas. Es importante notar que los grupos virtuales suelen enfrentar mayores pérdidas de participantes que los presenciales, debido a las complejidades propias de esta modalidad (disponibilidad de bando de ancha y familiaridad con el uso de herramientas tecnológicas), un fenómeno ampliamente discutido en otros estudios (p. ej. [Stewart y Shamdasani, 2017](#)). En este estudio, cobró relevancia el problema de la conectividad, considerando que gran parte de quienes participaron provenía de zonas rurales con una baja conexión a internet. Además, se sumaron otros obstáculos, tales como problemas para compatibilizar horarios, que afectaron las posibilidades por parte del grupo para continuar con el proceso formativo. De 26 participantes originales, solo 12 lograron completar todas las fases del trabajo.

El equipo investigativo hizo seguimiento de quienes se retiraron, reportándose que su abandono se debió exclusivamente a alguno de los factores mencionados. Futuras versiones pretenden abordar estas limitaciones.

Recolección de datos

Para recoger los datos se desarrollaron grupos focales online durante las sesiones del desarrollo profesional en STEM, orientados a determinar la valoración que el grupo de docentes tenía sobre el marco, previo al codiseño de unidades STEM, y su valoración y retroalimentación después de enfrentar esta tarea. Para ello, se grabaron todas las sesiones para su posterior análisis y se utilizaron notas de campo. También se aplicó un cuestionario individual —diseñado específicamente para este estudio— para evaluar todo el marco propuesto, siendo respondido por quienes participaron, al final del desarrollo profesional en STEM (Tabla 2). El cuestionario constó de 29 ítems tipo Likert, con cinco niveles de respuesta (desde “muy en desacuerdo” hasta “muy de acuerdo”), y cuatro preguntas abiertas relacionadas con el marco general y cada una de sus fases. Se aplicó de manera virtual, utilizando una plataforma digital (Survey-monkey®). En general, la escala tuvo un buen nivel de consistencia interna ($\alpha = .94$), y un análisis factorial exploratorio, usando el método de mínimos cuadrados no ponderados, arrojó una estructura factorial de dos factores (fase 1 y una unión de las

fases 2 y 3), con una varianza explicada de 78.13 %. No obstante, debe considerarse que estos resultados solo son preliminares, dada la pequeña muestra usada.

Los datos fueron analizados cualitativamente utilizando una codificación descriptiva, en la que se resumieron las respuestas en una palabra o una frase corta que definía el foco principal de la respuesta expresada (Hernández *et al.*, 2010). Posteriormente, los códigos descriptivos fueron revisados por el grupo investigativo en conjunto y organizados en función de sus similitudes por tipo y frecuencia, y las descripciones asociadas con las respuestas recibidas.

Resultados

Etapa 1. Preliminar

Al iniciar el taller se indagaron las percepciones del profesorado sobre la educación STEM en contextos multigrado. Los resultados muestran, en general, una percepción positiva hacia la educación STEM, que definieron desde dos perspectivas complementarias: la educación STEM como una oportunidad y la educación STEM como un desafío.

La educación STEM como oportunidad se refiere a la percepción de que, implementando una integración curricular en el contexto de las aulas multigrado, es posible contextualizar la educación y fomentar aprendizajes más significativos en el estudiantado. Explícitamente se mencionó que es

Tabla 2. Técnicas de recogida y análisis de la información

Etapa	Objetivo	Técnica de recogida de información
1. Preliminar	Explorar percepciones sobre la educación STEM y su implementación en contextos multigrado.	Grupos focales
2. Desarrollo	Valorar la pertinencia y la viabilidad de cada fase del marco propuesto en el proceso de apropiación por parte de los docentes.	Grupos focales Notas de campo
3. Valoración final y retroalimentación de la propuesta	Analizar la pertinencia y la viabilidad de cada fase del marco propuesto posterior a su uso. Obtener retroalimentación del marco a partir de los resultados y hallazgos.	Grupos focales Cuestionario

“una instancia de hacer aprendizajes contextualizados y significativos para los alumnos rurales, para aprender a partir de lo que conocen, sienten y ven”. El grupo manifestó que, mediante la educación STEM, era posible crear productos tangibles y coherentes con el entorno cultural del estudiantado, aprovechando los recursos propios del medio, y adecuarlos a los contenidos curriculares para un mejor aprendizaje, señalando “mi escuela se ubica en las riberas del río y todo es muy positivo para realizar clases STEM”.

La educación STEM como desafío se refiere a la percepción de que es una práctica de integración curricular desafiante, tanto para el profesorado como para el estudiantado. Para el profesorado, es difícil integrar los contenidos armoniosamente y con un claro sentido pedagógico. De hecho, mencionaron que “tener el curso estructurado como multigrado es algo positivo porque invita de manera ‘forzada’ a tratar de integrar el conocimiento”. De ahí que el reto consista, principalmente, en formalizar esta forma de trabajar, dándole orden y sentido. Para el estudiantado, es desafiante un aprendizaje en el que confluyen contenidos variados, lo que, entienden, desarrollaría una mirada de complejidad que otorga un valor adicional a la educación.

Finalmente, aunque la mayoría de quienes participaron reportó que la flexibilidad de su trabajo y su motivación para utilizar los recursos disponibles eran fortalezas para un eventual desarrollo de integración curricular, también manifestaron preocupación con la gestión del tiempo para dar respuesta a la cobertura curricular bajo este tipo de propuestas.

Etapa 2. Desarrollo

Se implementaron grupos focales en línea para explorar la valoración del profesorado sobre la relevancia y viabilidad del marco propuesto. Específicamente, se preguntó sobre las fases de este marco: estructura de la integración, planificación general y elaboración de actividades STEM integradas.

Estructura de la integración

La primera fase del marco involucra cuatro elementos que permiten estructurar la integración en STEM: (1) selección del tema de la unidad, (2) identificación y selección de la/s gran/des idea/s STEM asociada, (3) identificación de los componentes principales asociados a la gran/es idea/s y su proyección en el horizonte de aprendizaje, y (4) evaluación de coherencia y viabilidad de la propuesta en conjunto. Para valorar esta fase, el grupo de docentes analizó ejemplos de actividades STEM y profundizó en aspectos teóricos relacionados con las grandes ideas STEM, visualizando cómo abordarlas para promover un aprendizaje profundo y equilibrado en las áreas integradas. A continuación, en grupos focales en salas paralelas en Zoom, analizaron —desde una perspectiva didáctica— los elementos del marco que permiten estructurar la integración de lo teórico a lo práctico, mediante un ejemplo de una unidad STEM elaborada utilizando esta propuesta. Luego, valoraron esta fase considerando la pregunta: ¿Qué opinamos sobre la viabilidad y coherencia de los pasos durante esta sesión como pautas para iniciar el diseño de una unidad STEM integrada en un contexto multigrado?

Las respuestas fueron codificadas y agrupadas en cuatro categorías principales: (1) viabilidad y coherencia, (2) gestión de la enseñanza y del aula, (3) reconocimiento de prácticas de integración, y (4) integración disciplinar. La categoría “viabilidad y coherencia” agrupó las respuestas con una valoración positiva en su desarrollo y a la existencia de una relación lógica en la secuencia de los elementos que la componen. Aquí se incluyeron respuestas del tipo: “Hasta el momento, por lo menos, está bien comprensible, se entiende súper bacán [...] están muy claritos los pasos”; “Yo considero que sí se puede realizar”. La categoría “gestión de la enseñanza y del aula” agrupó respuestas en las que se valoró positivamente esta fase porque permite trabajar simultáneamente con más de un grado, facilitando el trabajo docente, con respuestas como: “Me fascina la propuesta.

Se puede trabajar de mejor manera, pues es más fácil". La categoría "reconocimiento de prácticas de integración" agrupó respuestas que reflejan que esta fase facilita el ejercicio reflexivo del profesorado respecto de sus propias prácticas, permitiendo la toma de conciencia de procesos de integración no completamente estructurados en ellas y la necesidad de formación docente para realizarlos. Por ejemplo, se declaró: "Como dijo la colega anterior, nosotros lo trabajamos, hacemos la actividad que sé yo [...] nosotros lo hacemos como aislado". La categoría "integración disciplinar" agrupó valoraciones positivas de la fase como una guía útil para desarrollar prácticas de integración disciplinaria bien estructuradas. Por ejemplo, se dijo: "La verdad que me parece bien y siento que hacemos muchas veces estas cosas, quizás no tan organizadas, pero sí las realizamos, quizás no planificamos todo, pero sí lo hacemos dentro de nuestro trabajo diario con los niños, vamos articulando, vamos trabajando más de un tema con otra área, entonces creo que aprender a hacerlo, a organizarlo, está bien para nosotros".

Planificación general

La fase 2 del marco involucra cuatro elementos que permiten la planificación general de la unidad: (1) reorganización de los aprendizajes, (2) diferenciación de contenido y producto, (3) elaboración de una ruta de aprendizaje, y (4) evaluación de la propuesta en su conjunto. Para valorar esta fase, el grupo de docentes reflexionó sobre el alcance de diversas estrategias de enseñanza en contextos multigrado. Posteriormente, en salas paralelas en Zoom, analizaron esta fase del marco y continuaron con el análisis didáctico de la segunda parte de una unidad STEM integrada elaborada utilizando este marco. Esta fase fue valorada considerando dos preguntas: ¿Los elementos considerados en la fase de planificación general son pertinentes? y ¿La organización de estos elementos es adecuada?

Las respuestas a estas preguntas fueron codificadas y agrupadas en cuatro categorías principales:

(1) coherencia y pertinencia, (2) inclusión en el aula, (3) flexibilización del currículo, y (4) circulación de saberes y trabajo colaborativo. La categoría "coherencia y pertinencia" agrupó respuestas en las que se hacía una valoración positiva de la fase en torno a la existencia de una relación lógica en la secuencia de los elementos que la componen, y el grado en que los elementos considerados son necesarios para su desarrollo y para dar respuesta al desafío de estas aulas. Por ejemplo, señalaron: "La encuentro adecuada y además la información es clara, cada componente es clave para la elaboración".

La categoría "inclusión en el aula" agrupó respuestas que sugieren que esta fase del marco permite atender la heterogeneidad del aula, visualizando cómo desarrollar una clase que considere la diversidad presente y situar a todo el estudiantado dentro de las actividades a realizar por el grupo, independientemente de sus barreras de aprendizaje. Aquí se encuentran respuestas como: "Siento que es inclusivo, porque siento que en el aula multigrado, como dijo la colega anterior, tenemos diferentes tipos de estudiantes, y uno, cuando está trabajando con ellos, no los diferencia, no dice tú tienes tal problema, tengo que tratarlo, uno trata de hacer su aula inclusiva y esta iniciativa propone también eso, porque al ver la progresión de los aprendizajes, ahí uno se va dando cuenta y se va percatando la inclusión que tiene que darse en el aula y esta actividad está muy bien propuesta para la inclusión".

La categoría "flexibilización del currículo" agrupó las respuestas que sugieren que esta fase del marco permite al profesorado advertir que el currículo, a pesar de ser pre escrito, no es rígido y puede gestionarse con fines didácticos. En esta categoría se incluyen respuestas como: "Esta manera como de planificar el trabajo hace que el currículum sea mucho más flexible [...] al verlo en horizontal como va progresando una habilidad hasta llegar a algo más profundo, inmediatamente la graduación ya está hecha desde un inicio, ya se hizo".

Finalmente, la categoría “circulación de saberes y trabajo colaborativo” sugiere que esta fase permite vislumbrar interacciones entre estudiantes de distintos grados, edades y experiencias; promoviendo el intercambio de experiencias y saberes, así como la colaboración y el aprendizaje por contagio. Por ejemplo, se señala: “En un tema, trabajo o proyecto como este, siento que todos colaboran con el aprendizaje de todos”.

Diseño de actividades STEM diferenciadas

La tercera fase del marco, centrada en el diseño de actividades STEM diferenciadas, considera cinco elementos progresivos: (1) actividad STEM preliminar, (2) actividad central STEM, (3) actividades de exploración de grandes ideas STEM, (4) actividad de consolidación y síntesis, y (5) evaluación de la propuesta en conjunto. El profesorado, en grupos focales en salas paralelas en Zoom, analizó, desde una perspectiva didáctica, los diferentes tipos de actividades STEM y cómo estas tributan al desarrollo de una unidad STEM, mediante el análisis de la tercera parte de una unidad STEM elaborada utilizando esta propuesta. Valoraron esta fase con la pregunta: ¿Por qué consideraría que los elementos de esta fase de elaboración de actividades son adecuados?

Las respuestas se organizaron en siete categorías: (1) respuesta a la pregunta de la unidad o idea central, (2) consideración del contexto, (3) factibilidad de la implementación, (4) similitud con aspectos de una clase formal, (5) promoción de aprendizajes significativos, (6) estructura progresiva y lógica, y (7) promoción del trabajo colaborativo y la circulación de saberes.

La categoría “respuesta a la pregunta de la unidad o idea central” agrupó las respuestas que valoraron positivamente los elementos de la fase, puesto que los elementos incluidos en ella son los requeridos para diseñar la unidad, permitiendo dar respuesta al desafío o problema. Se incluyeron respuestas del tipo: “Son elementos que nos permiten ir avanzando para dar propuestas claras frente a la problemática planteada”. En la

categoría “consideración del contexto” se agruparon las respuestas alusivas a cómo esta fase permite al profesorado adaptarse al contexto multigrado y a la realidad de cada escuela. Se incluyeron respuestas del tipo: “Considero que el diseño es adecuado para realizarla en la sala de clases” o “Muy contextualizadas a los establecimientos”. La categoría “factibilidad de la implementación” reunió aquellas respuestas que valoraban los elementos de la fase como adecuados porque son factibles de implementar en aulas multigrado. Aquí se encontraron respuestas como: “Todas las actividades propuestas son muy factibles de hacer en nuestras escuelas”. La categoría “similitud con aspectos de una clase formal” agrupó las respuestas en las que se realiza una valoración de los elementos de la fase considerando su similitud con la estructura o momentos de una clase formal. Aquí se incluyeron respuestas como: “Considero que son adecuados, sigue los pasos de una clase, se activan los conocimientos previos, hay una pregunta desafiante y una problemática para seguir con las actividades y evaluación”. La categoría “promoción de aprendizajes significativos” agrupó respuestas con una valoración positiva de las actividades planteadas puesto que involucran al alumnado en su propio aprendizaje, generando aprendizajes significativos. Mencionan, por ejemplo: “Pienso que son adecuados y permiten iniciar el desafío de su propio aprendizaje”. La categoría “estructura progresiva y lógica” agrupó las respuestas en las que se considera que los elementos de la fase y su disposición son pertinentes y coherentes con el objetivo perseguido, señalando: “Me parecen adecuadas las fases, porque son progresivas y siguen un orden lógico”. Finalmente, en la categoría “promoción del trabajo colaborativo y la circulación de saberes” se valoran positivamente los distintos elementos de la fase pues, por su naturaleza, promueven el trabajo entre pares y el aprendizaje por contagio. Por ejemplo, declararon: “Pienso que sí son adecuados, ayudan a trabajar de una manera muy objetiva el aula multigrado. También siento que van de menos a más

y es un trabajo que ayuda a la colaboración entre los estudiantes, a entregarse conocimiento entre pares”.

Etapas 3. Valoración final y retroalimentación sobre el marco propuesto

La valoración final del profesorado participante se realizó en dos pasos. Primero, se aplicó un cuestionario en formato digital, consultándoles sobre la pertinencia y la coherencia del marco propuesto, tanto en lo general como en lo referido a cada una de sus fases. Los resultados de los ítems en formato Likert, desde “muy en desacuerdo” hasta “muy de acuerdo”, fueron transversalmente positivos. No se observaron valoraciones negativas en ninguno de los reactivos que, en casi todos los casos, se distribuyeron exclusivamente entre las opciones “de acuerdo” y “muy de acuerdo”. Entre los aspectos mejor valorados, se destaca que el diseño de unidades STEM basadas en el marco propuesto promueve: (1) el desarrollo de actividades que permiten abordar necesidades o problemáticas propias del contexto del estudiantado multigrado (83,3 % muy de acuerdo); (2) la elaboración de propuestas que favorecen, en su implementación, la circulación de saberes en el aula (75 % muy de acuerdo); y (3) aprendizajes equilibrados y profundos en la integración, y construcción de aprendizajes útiles y necesarios para desenvolverse en el mundo actual (66,7 % muy de acuerdo). Un caso especial fue el reactivo “Es posible concretar el diseño de una unidad STEM integrada en contextos multigrado utilizando este marco”, que, aunque obtuvo una alta valoración positiva (33,3 % de acuerdo; 50 % muy de acuerdo), reportó un pequeño porcentaje que no estaba ni de acuerdo ni en desacuerdo con esta afirmación (6,7 %). En cuanto a las fases del marco, se valoró especialmente la secuencia lógica que permite visibilizar cómo interactúan los aspectos necesarios para iniciar la ruta de aprendizaje (fase 1: 72,3 %, fase 2: 54,6 % y fase 3: 63,6 % estuvo muy de acuerdo). Aunque todos los ítems, en las tres fases evaluadas

mostraron una aprobación entre el 91 % y el 100 %, en el caso de la fase 1, el ítem “Los elementos de la fase son los requeridos para cumplir con el propósito de la fase, es decir, estructurar la integración disciplinar” representó un caso especial, pues solo un 36,4 % se mostró muy de acuerdo (aunque el 63,6 % restante estuvo de acuerdo). Esto marcó una diferencia sensible con el resto de los reactivos, de casi nueve puntos porcentuales, que mostraron siempre una frecuencia superior al 45,5 % de respuestas muy de acuerdo.

Además, el cuestionario incluyó una pregunta de respuesta abierta para el marco general, y una para cada una de sus fases, lo que permitió, a quienes participaron, expresarse libremente sobre su valoración. En general, quienes participaron consideraron que este marco era coherente y valioso, señalando una secuencia lógica que permitiría ordenar el trabajo en el aula. Principalmente, se destacó el desarrollo de orientaciones que estructuran la integración curricular, señalando que “al ser holística, no deja al azar ningún momento de la unidad, ya que tanto el proceso como la evaluación están contempladas en las tres fases de creación de la unidad STEM”.

Respecto de la fase 2, el grupo participante consideró que era “muy esencial para el trabajo en este método, dado que plantea un orden para la evaluación”, aunque una parte reportó dificultades para comprenderla cabalmente, situación atribuida a la falta de práctica. Por ejemplo, una persona señaló que “con más práctica y teniendo un manejo más adecuado de cómo se elaboran las unidades STEM, la fase se vuelve más fácil”, lo que también sugiere que hay conciencia en quienes participaron respecto del alcance del proceso de capacitación y la evidente necesidad de continuar aprendiendo sobre la aplicación práctica del marco propuesto para integrarlo en el aula con éxito.

La fase 3 tuvo menos respuestas profundas que las otras dos, lo que probablemente obedezca a que, finalmente, fue imposible abordarla completamente debido a las limitaciones de tiempo del proceso de capacitación. Sin embargo,

consideraron que, a grandes rasgos, “seguir paso a paso nos beneficia para alcanzar los objetivos y la propuesta”.

Posteriormente, se realizó un grupo focal para analizar y profundizar en las respuestas obtenidas en el cuestionario con todo el grupo participante, emergiendo tres elementos a considerar. Primero, existieron algunas dudas respecto de los rótulos usados para caracterizar determinados conceptos. En particular, el profesorado consideró confuso que se denominara “evaluación” al proceso de reflexión y revisión de las decisiones didácticas que se tomaron en cada fase del marco, ya que lo asocian fundamentalmente a una etapa de cierre dentro de un proceso formativo. Por tanto, sugieren usar otras palabras con menos carga de significado desde una perspectiva de la praxis docente. Un segundo elemento que, se sugirió, requiere un cambio de nombre fue la reorganización como elemento central de la fase 2, fundamentalmente porque consideraron que “no había una organización como tal”. Cabe destacar que la reorganización se refería, en el marco, a la reorganización curricular, por lo que no requería una organización previa, que ya viene definida en los marcos curriculares ministeriales. Esta confusión pareciera fundarse en la percepción de quienes participaron que el currículo es una estructura rígida, sin una organización definida, por lo que no parecía evidente que pudiera ser “reorganizado”.

Un segundo elemento emergente fue la posibilidad de modificar la estructura del marco. Aunque la totalidad de los participantes coincidió en que existía una estructura lógica entre una fase y otra, en la práctica, las fases 2 y 3 parecen tener un nivel tal de conexión y secuenciación que hace innecesario diferenciarlas en dos fases sucesivas. En la práctica, el profesorado participante parece no separar la planificación general del diseño de actividades a realizar en el aula, dos procesos que estaban teóricamente separados en el marco propuesto. La Tabla 3 resume todas las categorías obtenidas a través de todas las fases del proceso investigativo.

Discusión

En este artículo se buscó determinar la valoración que un grupo de docentes multigrado tiene sobre la pertinencia y la viabilidad de un marco que orienta el diseño de unidades STEM integradas en contextos multigrado. Adicionalmente se exploraron sus percepciones sobre la educación STEM y su implementación en estos contextos.

Los hallazgos sugieren que el marco propuesto a nivel teórico para el diseño de unidades STEM integradas es valorado positivamente en términos de viabilidad y pertinencia por parte del profesorado participante de este estudio. La viabilidad es expresada desde una mirada explícita y desde una implícita. Explícita, cuando el profesorado verbaliza que es posible utilizar este marco para diseñar una unidad STEM, e implícita, cuando utiliza el marco para codiseñarlas. La pertinencia también es expresada explícitamente en la valoración positiva que hacen de la relación lógica presente en la secuencia de las fases, de los elementos que la componen, y del grado en que estos aspectos son necesarios para su desarrollo y para dar respuesta a los desafíos del aula multigrado. Este hallazgo respalda la conjetura de que el marco propuesto atiende a los desafíos que enfrenta el profesorado multigrado en el desarrollo de propuestas que respondan a la heterogeneidad del aula, promuevan la circulación de saberes y den respuesta a las demandas actuales en la formación de la ciudadanía del siglo XXI ([Castro et al., 2021](#)). Sin embargo, dadas las limitaciones del tamaño de la muestra, se requiere investigación adicional que permita determinar si esta percepción es generalizada.

Todas las fases del marco propuesto fueron valoradas positivamente por quienes participaron. La primera fase, enfocada en la estructura de la integración de las áreas STEM, facilitó el ejercicio reflexivo respecto de las propias prácticas de integración de aprendizajes, permitiendo la toma de conciencia de la ejecución de procesos de integración no completamente estructurados en ellas y la necesidad de formación docente para

Tabla 3. Resumen de las categorías obtenidas en cada fase

Etapa	Instrumento	Actores	Fase	Categorías	Ejemplos
1	Grupos focales	Profesores	-	Educación STEM como oportunidad	"Mi escuela se ubica en las riberas del río y todo es muy positivo para realizar clases STEM"
				Educación STEM como desafío	"Invita de manera 'forzada' a tratar de integrar el conocimiento"
2	Grupos focales	Profesores	Estructura de la integración	Viabilidad y coherencia	"Yo considero que sí se puede realizar"
				Gestión de la enseñanza y del aula	"Se puede trabajar de mejor manera, pues es más fácil"
				Reconocimiento de prácticas de integración	"Nosotros lo trabajamos, hacemos la actividad que sé yo [...] nosotros lo hacemos como aislado"
				Integración disciplinar	"Lo hacemos dentro de nuestro trabajo diario con los niños, vamos articulando, vamos trabajando más de un tema con otra área, entonces creo que aprender a hacerlo, a organizarlo, está bien para nosotros"
			Planificación general	Coherencia y pertinencia	"La información es clara, cada componente es clave para la elaboración"
				Inclusión en el aula	"Uno trata de hacer su aula inclusiva y esta iniciativa propone también eso, porque al ver la progresión de los aprendizajes, ahí uno se va dando cuenta y se va percatando la inclusión que tiene que darse en el aula"
				Flexibilización del currículo	"Esta manera como de planificar el trabajo hace que el currículum sea mucho más flexible"
				Circulación de saberes y trabajo colaborativo	"En un tema, trabajo o proyecto como este, siento que todos colaboran con el aprendizaje de todos"
			Diseño de actividades STEM diferenciadas	Respuesta a la pregunta de la unidad o idea central	"Son elementos que nos permiten ir avanzando para dar propuestas claras frente a la problemática planteada"
				Consideración del contexto	"El diseño es adecuado para realizarla en la sala de clases"
				Factibilidad de la implementación	"Las actividades propuestas son muy factibles de hacer en nuestras escuelas"
				Similitud con aspectos de una clase formal	"Siguen los pasos de una clase, se activan los conocimientos previos, hay una pregunta desafiante y una problemática para seguir con las actividades y evaluación"
				Promoción de aprendizajes significativos	"Permiten iniciar el desafío de su propio aprendizaje"
				Estructura progresiva y lógica	"Me parecen adecuadas las fases, porque son progresivas y siguen un orden lógico"
	Promoción del trabajo colaborativo y la circulación de saberes	"Es un trabajo que ayuda a la colaboración entre los estudiantes, a entregarse conocimiento entre pares"			
Notas de campo	Investigadores	-	Análisis posteriores para modificación del modelo propuesto originalmente	-	
3	Grupos focales	Profesores	-	Posicionamiento semántico	"Faltaría otra palabrita ahí para la evaluación en sí, porque diagnóstico no, desde mi perspectiva no, pues es como la evaluación de estructura de integración de esta primera parte"
				Visualización de proceso del modelo	"Permite visualizar el orden y avance en el desarrollo de la unidad"
	Cuestionario	Profesores	-	Evaluación del modelo propuesto	"El diseño de unidades STEM basadas en el marco propuesto promueve el desarrollo de actividades que permiten abordar necesidades o problemáticas propias del contexto del estudiantado multigrado"

realizarlos. Al igual que lo reportado en la literatura sobre contextos tradicionales de escolaridad ([Brand y Triplett, 2012](#); [Gresnigt et al., 2014](#)), quienes participaron en este estudio señalaron realizar prácticas de integración aisladas o fragmentadas; sin embargo, después de la utilización del modelo, lograron visualizar las grandes ideas STEM como una forma de hacer frente al desafío de promover aprendizajes profundos y equilibrados en las áreas STEM a integrar ([Chalmers et al., 2017](#)). Este hallazgo coincide con investigaciones anteriores, en las que se señala que a menudo las unidades STEM no logran promover aprendizajes profundos y equilibrados en las áreas que se integran, siendo necesario apoyar al profesorado en el desarrollo de este tipo de propuestas ([English y King, 2019](#); [Chalmers et al., 2017](#)).

La segunda fase del marco, centrada en la planificación de la unidad, permitió al grupo participante acercarse a la flexibilidad del currículo desde dos perspectivas. Primero, visualizando oportunidades para atender la diversidad presente en sus aulas en términos de edad, intereses, grados escolares y barreras de aprendizaje, involucrando a todo el alumnado en las mismas actividades de aprendizaje sin excluir a nadie por la etiqueta de algún diagnóstico. En segundo lugar, codiseñando actividades que respondan a la heterogeneidad de sus aulas y favorezcan la inclusión, la circulación del conocimiento y el trabajo colaborativo. Este hallazgo es consistente con estudios similares que analizan las estrategias utilizadas por el profesorado multigrado para afrontar la heterogeneidad de sus aulas. En ellos se señala que, en muchas ocasiones, el profesorado usa estrategias tendientes a homogenizar al estudiantado con el fin de facilitar su labor de enseñanza y la gestión del aula ([Taole, 2020](#)), evidenciando la necesidad de apoyarles para hacer frente al desafío que supone este modelo de enseñanza ([Castro et al., 2021](#)).

La tercera fase del marco, que contempla el diseño de actividades STEM diferenciadas, no se desarrolló completamente debido a las limitaciones

de tiempo y las dificultades técnicas asociadas al trabajo virtual con el profesorado en contextos rurales. Sin embargo, el abordaje teórico-reflexivo de esta fase, les permitió visualizar cómo los distintos tipos de actividades STEM, en su conjunto, dan respuesta a la pregunta o el desafío de la unidad y a la/s gran/des idea/s STEM que se espera desarrollar, considerando el contexto de sus aulas. Posiblemente esto ocurra porque los cuatro tipos de actividades considerados en esta fase responden a una secuencia de actividades de aprendizaje STEM estructuralmente relacionadas, que siguen una secuencia lógica y progresiva ([Chalmers et al., 2017](#)).

Como resultado del uso del marco por parte de profesores multigrado para codiseñar unidades, un elemento emergente en este estudio es la necesidad de modificar su estructura. Aunque los resultados obtenidos sugieren una estructura lógica y progresiva entre una fase y otra, en la práctica, la segunda y tercera fases parecen ser interdependientes, y no sería apropiado diferenciarlas en dos fases sucesivas. Cuando el profesorado reorganiza los aprendizajes que serán parte de la unidad (inicio de la fase 2), lo hacen pensando en las actividades STEM que van a desarrollar (fase 3). Para ello, interrelacionan los diferentes tipos de actividades STEM con los momentos clave de una clase tradicional, es decir, inicio, desarrollo y cierre. Así, por ejemplo, la actividad STEM preliminar es asociada al inicio de la clase, en el que se activan los conocimientos previos, se desarrollan ideas clave y se motiva al alumnado en el desarrollo de la unidad. La actividad central STEM integrada, en la que se introduce el desafío o la problemática de la unidad, es asociada con el desarrollo de una clase tradicional en su primera parte, en la que el estudiantado se enfrenta a una situación nueva que requiere la ampliación de sus conocimientos y habilidades para comprenderla y darle respuesta. Las actividades de exploración son asociadas con la continuación del desarrollo de una clase al permitir a cada estudiante explorar, probar conjeturas, profundizar sus conocimientos y alcanzar

nuevas habilidades. Finalmente, la actividad de consolidación y síntesis —que conecta las ideas desarrolladas a lo largo de la unidad en un conocimiento interdisciplinario que dé respuesta a la situación— se asocia con el cierre de una clase, que involucra un ejercicio metacognitivo de lo aprendido.

La visualización de interdependencia de las fases 2 y 3 del marco, así como la necesidad de orientar la concepción de la evaluación desde el desempeño del estudiantado a las decisiones didácticas que el profesorado toma durante el diseño de la unidad, permitieron ajustar el marco propuesto a nivel teórico (Castro *et al.*, 2021) en dos fases. Cabe señalar que esto es consistente con los resultados obtenidos en un análisis factorial exploratorio del cuestionario usado, en el que también se observó una fusión de estas dos fases. La primera de ellas, denominada estructura de la integración, mantiene los elementos originalmente establecidos, pero con otra distribución. El elemento evaluación se posiciona al finalizar la fase para enfatizar que esta se encuentra referida a la fase en su conjunto.

La segunda fase, denominada originalmente fase de planificación general, cambia su nombre a ruta de aprendizaje. Esto responde a la reorganización de las fases originales 2 y 3, obedeciendo a la interdependencia de estas. El primer elemento resultante de esta nueva fase, es la *reorganización de los aprendizajes de la unidad*, que responde a cuatro tipos de actividades STEM. Una *actividad preliminar* en la que se introduce y motiva al alumnado en el estudio de la problemática o el desafío, una *actividad STEM integrada central* en la que se aborda este desafío o problema, *actividades de exploración de grandes ideas STEM* que buscan establecer un vínculo cognitivo entre las grandes ideas involucradas y sus representaciones disciplinares más específicas, y una *actividad de consolidación y síntesis* en la que se conectan ideas específicas para dar respuesta al desafío o problema abordado en la unidad. Esta reorganización de los aprendizajes curriculares

seleccionados se puede realizar de diferentes formas, por ejemplo, asignando objetivos a cada uno de los tipos de actividades STEM a desarrollar, o asignando objetivos a un determinado tipo de actividad y luego concretando su desarrollo antes de continuar con la siguiente. Este sentido de recursividad es representado con una flecha bidireccional en la figura del modelo (Figura 1).

El segundo elemento de esta fase es la diferenciación de contenido (qué se aprende), de proceso (cómo se construyen los aprendizajes) y de producto (cómo se demuestra lo que se sabe y se es capaz de hacer). Esta estrategia orienta las decisiones didácticas para desarrollar actividades que promuevan un aprendizaje profundo, coherente y progresivo de la integración disciplinar. Así mismo, la diferenciación permite la graduación de los distintos niveles de logro esperados según la heterogeneidad natural del aula en un entorno multigrado.

El tercer elemento, denominado *elaboración de actividades*, contempla diseñar las actividades STEM (preliminar, central, exploración, y consolidación y síntesis) que permitan la construcción de los aprendizajes, favoreciendo el logro de los desempeños diferenciados establecidos a lo largo de la unidad.

Respecto a las percepciones del profesorado de este estudio sobre la educación STEM y su implementación en contextos multigrado, estas son similares a las que manifiestan docentes en contextos tradicionales de escolaridad. La literatura reporta que el profesorado muestra percepciones positivas hacia la educación STEM, reconociendo los desafíos asociados a este tipo de propuestas. Por ejemplo, combinar currículos disciplinares aparentemente rígidos, abarrotados y alineados con estándares disciplinares; cambiar el enfoque pedagógico de enseñanza; y recibir apoyo del centro educativo para desarrollar este tipo de propuestas (Margot y Kettler, 2019).

Además, el grupo de docentes percibió positivamente la educación STEM desde dos perspectivas complementarias. Como una oportunidad, al

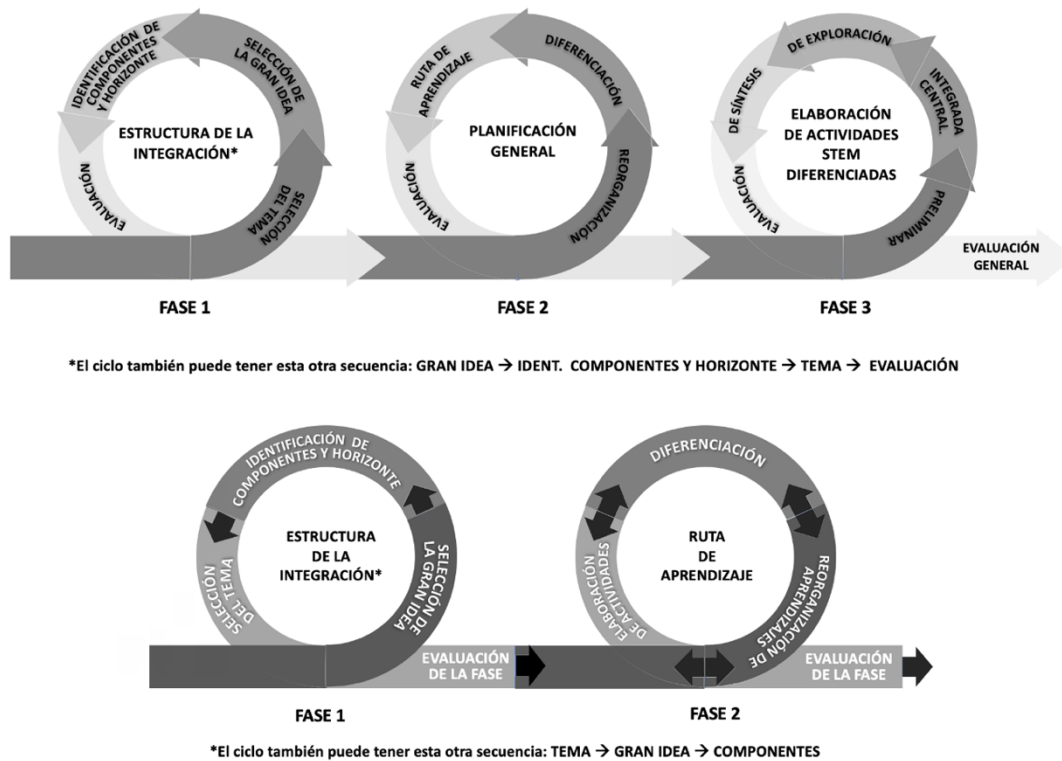


Figura 1. Marco original y refinado para el diseño de unidades STEM integradas en contextos multigrado.

concebir el currículo como una estructura que no es rígida y puede reorganizarse en función de lo que ofrece el contexto para ser pertinente para todas las realidades. Esto implica visualizar, como docente, la autonomía para contextualizar el currículo a las particularidades de los territorios, pensando en las características de quienes aprenden y a la comunidad a la que pertenecen, para responder a los desafíos formativos actuales de la ciudadanía del siglo XXI. Esta percepción responde a la invitación a reflexionar sobre el propósito de la educación en la escuela y la manera en que se construye y utiliza el conocimiento desde una perspectiva interdisciplinaria (Brand y Triplett, 2012).

La educación STEM como un desafío, al tomar conciencia del propósito de reorganizar el currículo desde una perspectiva interdisciplinaria como una acción que deriva en un producto único y coherente al contexto en el que se desarrolla, y como una forma de organizar un abarrotado

currículo para facilitar la gestión en el aula (Brand y Triplett, 2012). En este contexto, el profesorado se reconoce como agente, como creador de propuestas pertinentes, relevantes, coherentes y significativas a la realidad del contexto, orientadas a transformar esta realidad atendiendo a la heterogeneidad del aula.

Un aspecto distintivo que emerge es el reconocimiento de aspectos propios de su realidad que favorecen el desarrollo de propuestas STEM, como la flexibilidad para reorganizar elementos de gestión institucional (horario, distribución de asignaturas, entre otros) y el contexto geográfico en el que se ubican las escuelas. Sin embargo, quienes participaron reportan como una fuente de preocupación los problemas con la gestión del tiempo para dar respuesta a la cobertura curricular. Esas preocupaciones sugieren la necesidad de más espacios reflexivos y formativos que permitan al profesorado reinterpretar el currículo para tomar decisiones pedagógicas y didácticas.

Conclusiones

Este estudio proporciona evidencia que sugiere que el profesorado multigrado valora positivamente la pertinencia y la viabilidad del marco propuesto para el diseño de unidades STEM multigrado. Además, la valoración participativa, como un espacio articulador entre la teoría y la práctica de aula, permitió armonizar la perspectiva teórica que viene desde la academia con la perspectiva práctica del profesorado proveniente de su experiencia en el aula. Este intercambio de experiencias y saberes permitió refinar el marco original evidenciando una mayor flexibilidad (recursividad entre los elementos e interdependencia de las fases) para la toma de decisiones didácticas al momento de diseñar de manera autónoma o colaborativa unidades STEM.

Limitaciones del estudio

Si bien este estudio proporciona evidencia que sugiere que el marco propuesto para el diseño de unidades STEM multigrado es valorado positivamente por el profesorado multigrado, y permitió a los autores refinarlo, los resultados deben ser tomados con cautela, pues no son globalmente generalizables debido al tamaño de la muestra. Una limitación de este estudio fue la pérdida de participantes por el contexto de virtualidad y la sobrecarga de actividades docentes en el contexto de la pandemia por Covid-19. La mayoría de los participantes, que eran profesores y directores de sus escuelas a la vez, provenían de zonas rurales con una baja conexión a internet, y experimentaban dificultades para compatibilizar horarios, que afectaron las posibilidades de parte del grupo para continuar con el proceso formativo. Futuros estudios deben considerar estos aspectos que evidencian la realidad de muchas escuelas multigrado. Se requiere investigación adicional que permita, en primer lugar, evaluar la pertinencia y la viabilidad del marco refinado considerando una muestra más representativa del profesorado multigrado;

en segundo lugar, explorar los efectos que tiene la implementación de estas unidades tanto para los docentes como para los estudiantes.

Referencias

- An, S. A. (2017). Preservice teachers' knowledge of interdisciplinary pedagogy: the case of elementary mathematics-science integrated lessons. *ZDM Mathematics Education*, 49(2), 237-248.
- Aguilar, M. (2011). Evaluación participativa en la investigación social. En E. Rayas (Ed.). *Herramientas para el diseño de proyectos sociales* (pp. 91-102). Universidad de La Rioja.
- Aydeniz, M., Bilican, K. (2018). The impact of engagement in STEM activities on primary preservice teachers' conceptualization of STEM and knowledge of STEM pedagogy. *Journal of Research in STEM Education*, 4(2), 213-234. <https://doi.org/10.51355/jstem.2018.46>
- Brand, B., Triplett, C. (2012) Interdisciplinary curriculum: An abandoned concept? *Teachers and Teaching*, 18(3), 381-393. <https://doi.org/10.1080/13540602.2012.629847>
- Castro, A., Aguilera, C., Chávez, D. (2022). Robótica educativa como herramienta para la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en la formación universitaria de profesores de educación básica en tiempos de COVID-19. *Formación Universitaria*, 15(2), 151-162. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062022000200151>
- Castro, A., Iturbe, C., Jiménez, R., Silva, R. (2020). ¿Educación STEM o en humanidades? Una reflexión en torno a la formación integral del ciudadano del siglo XXI. *Utopía y Praxis Latinoamericana*, 25(9), 197-208. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4110904>
- Castro, A., Jiménez, R., Medina, J. (2021). Diseño de unidades STEM integradas: una propuesta para responder a los desafíos del aula multigrado. *Científica*, 42(3), 339-352. <https://doi.org/10.14483/23448350.17900>
- Chalmers, C., Carter, M., Cooper, T., Nason, R. (2017). Implementing "big ideas" to advance the teaching and learning of Science, Technology, Engineering,

- and Mathematics (STEM). *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(1), 25-43. <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9799-1>
- Capobianco, B. M., DeLisi, J., Radloff, J. (2018). Characterizing elementary teachers' enactment of high-leverage practices through engineering design-based science instruction. *Science Education*, 102(2), 342-376. <https://doi.org/10.1002/sce.21325>
- English, L. D., King, D. T. (2015). STEM learning through engineering design: Fourth-grade students' investigations in aerospace. *International Journal of STEM Education*, 2(1), e14. <https://doi.org/10.1186/s40594-015-0027-7>
- English, L., King, D. (2019). STEM integration in sixth grade: Designing and constructing paper bridges. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(5), 863-884. <https://doi.org/10.1007/s10763-018-9912-0>
- Estapa, A., Tank, K. (2017). Supporting integrated STEM in the elementary classroom: A professional development approach centered on an engineering design challenge. *International Journal of STEM education*, 4, e6. <https://doi.org/10.1186/s40594-017-0058-3>
- Gresnigt, R., Taconis, R., van Keulen, H., Gravemeijer, K., Baartman, L. (2014). Promoting science and technology in primary education: A review of integrated curricula. *Studies in Science Education*, 50(1), 47-84. <https://doi.org/10.1080/03057267.2013.877694>
- Guzey, S., Moore, T., Harwell, M. (2016). Building up STEM: An analysis of teacher-developed engineering design-based STEM integration curricular materials. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 6(1), 11-29. <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1129>
- Hernández, R., Fernández, C., Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill
- Hurst, C. (2015). Thinking big about mathematics, science, and technology: Effective teaching STEMs from big ideas. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 23(3), 11-21
- Karisan, D., Macalalag, A., Johnson, J. (2019). The effect of methods course on pre-service teachers' awareness and intentions of teaching science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects. *International Journal of Research in Education and Science*, 5(1), 22-35
- Margot, K. C., Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: A systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 6, e2. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0151-2>
- Ministerio de Educación. (2020). *Orientaciones generales para la enseñanza en escuelas rurales multigrado*. <https://rural.mineduc.cl/wp-content/uploads/sites/22/2020/07/orientaciones-rural-2020-.pdf>
- Nesmith, S. M., Cooper, S. (2019). Engineering process as a focus: STEM professional development with elementary STEM-focused professional development schools. *School Science and Mathematics*, 119(8), 487-498. <https://doi:10.1111/ssm.12376>
- Peirano, C., Estévez, S. P., Astorga, M. I. (2015). Educación rural: oportunidades para la innovación. *Cuadernos de Investigación Educativa*, 6(1), 53-70. <https://doi.org/10.18861/cied.2015.6.1.7>
- Rich, K., Yadav, A., Schwarz, C. (2019). Computational thinking, mathematics, and science: Elementary teachers' perspectives on integration. *Journal of Technology and Teacher Education*, 27(2), 165-205
- Sias, C., Nadelson, L., Juth, S., Seifert, A. (2017). The best laid plans: Educational innovation in elementary teacher generated integrated STEM lesson plans. *The Journal of Educational Research*, 110(3), 227-238. <https://doi.org/10.1080/00220671.2016.1253539>
- Stewart, D., Shamdasani, P. (2017). Online focus groups. *Journal of Advertising*, 46(1), 48-60. <https://doi.org/10.1080/00913367.2016.1252288>
- Taole, M. (2020). Diversity and inclusion in rural South African multigrade classrooms. *International Journal of Inclusive Education*, 24(12), 1268-1284. <https://doi.org/10.1080/13603116.2018.1520310>
- UNESCO. (2015). *Practical Tips for Multigrade Teaching Classes*. París: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. <https://www.eenet.org.uk/resources/docs/ilfe/generic/Sp4.pdf>

