

Diseño de Unidades STEM integradas
en contextos multigrado

Orientaciones y Reflexiones

**Diseño de Unidades STEM integradas en contextos multigrado
Orientaciones y Reflexiones**

Autores y Autoras

Rodrigo Jiménez Villarroel, profesor de matemáticas y computación

Ángela Castro Inostroza, profesora de matemáticas

Nicole Gastrelo Silva, profesora de ciencias naturales y biología

Jhonny Paredes Medina, profesor de matemáticas y física

ISBN: 978-956-390-182-5

Diagramación y diseño: Luis Camilo Oyarzún Ibarra

Impresión: América Impresores

Ilustraciones: María Paz Barra Andálfari

Este libro está disponible para descarga gratuita desde los sitios de las carreras de Pedagogía en Educación Básica con Menciones y de Pedagogía en Matemática de la Universidad Austral de Chile - Sede Puerto Montt, Chile.

<http://edubasicapm.uach.cl/>

<http://pedagogiamatematicas.uach.cl/>

Está autorizada la reproducción parcial de este libro para fines educativos o sin fines de lucro, sin ningún permiso especial de los autores y las autoras, bajo la condición de que se indique la fuente de la que proviene. No está autorizado el empleo de esta publicación para su venta o para otros usos comerciales.

Los autores y las autoras agradecerían que se les informe alguna experiencia de implementación e innovación didáctica basada en el contenido de este libro, al correo rodrigojimenez@uach.cl

Contexto

Este libro se desarrolla y financia al interior del Proyecto de Vinculación con el Medio Educativo del Programa de Fortalecimiento de la Formación Inicial Docente de la Universidad Austral de Chile (FID-UACH) adjudicado el año 2019, denominado Integración de las matemáticas y las ciencias naturales como estrategia para promover el aprendizaje significativo en el aula multigrado, desde la perspectiva STEM.

Dentro de esta iniciativa, se implementa un taller virtual de formación continua, de carácter eminentemente dialógico, colaborativo y horizontal, compuesto por 8 sesiones y con foco en el diseño de unidades STEM integradas para el contexto multigrado, entre los meses de junio y septiembre del año 2021. En este taller, cuyo objetivo principal ha sido la instalación de capacidades para la elaboración de unidades STEM integradas en contextos multigrado, participaron activa y voluntariamente, un grupo de 14 profesores y profesoras de diversos territorios y contextos educativos multigrado de la Región de Los Lagos y que, con sus contribuciones, saberes contextualizados y experiencias compartidas y dialogadas, han enriquecido la experiencia formativa y los saberes expresados en este escrito.

Agradecimientos

Al profesorado de escuelas multigrado de diversos territorios de la Región de Los Lagos, que compartieron sus saberes y experiencias docentes al interior de las sesiones de formación continua relacionadas con la presente innovación pedagógica y por confiar en su potencial innovador, en sus capacidades para formular y evaluar programas de cambio a partir de sus propias experiencias docentes y valorar los procesos de co-diseño y reflexión colectiva para su desarrollo profesional, cuyo fin último es el aprendizaje de los y las estudiantes que asisten a sus escuelas.

Nombre	Escuela	Comuna
Adolfo Vidal Álvarez	Escuela Rural Quitra Quitra	San Pablo
César Gallardo Olavarría	Escuela Rural Los Riscos	Purranque
Cintia San Martín Muñoz	Escuela Rural Pucatrihue	San Juan de la Costa
Alejandra Ferrada Barría	Escuela Rural Futacuhin	Pullehue
Gisela Morales Chávez	Escuela Rural Básica San Antonio, Reloncaví	Cochamó
Greclia Uribe Gumpel	Escuela Rural de Concordia	Purranque
Marcela Bohle Aguila	Escuela Sagrado Corazón	Mauñín
Marlys Vargas Mancilla	Escuela Rural Palihué	Los Muermos
Patricio Ampuero Aguilar	Escuela Rural Arturo Pérez Canto	Purranque
Sandra Vega Albornoz	Escuela Rural Antonio Segundo Fernández	Purranque
Silvana Fuentealba Álvarez	Escuela San Benito	San Pablo
Valentina Ramírez Winckler	Escuelas Rurales de Carrico, Liucura, Puninque y Pulotre.	San Juan de la Costa
Yoselyn Pérez Vera	Corporación Educacional 'Las Encinas'	Mauñín
Sabina Henríquez Soto	Escuela Pablo Neruda,	Mauñín

El profesorado percibe que sus aulas ofrecen un espacio idóneo para la concreción de propuestas didácticas integradas de las ciencias naturales y las matemáticas como STEM, relevando la diversidad etaria, los grupos reducidos y las características territoriales y socioculturales de las zonas rurales de la región como aspectos positivos y potenciadores para implementar estas innovaciones.

ÍNDICE

Introducción	11
Contexto educativo multigrado en Chile	15
Educación STEM integrada	19
STEM y los desafíos del aula multigrado	25
Integración de las Matemáticas y las Ciencias Naturales desde la educación STEM	27
Estructura de la Integración Interdisciplinar	33
Planificación General de Unidades STEM integradas en contextos multigrado	39
Diferenciación como estrategia para el aula multigrado	41
Ruta de Aprendizaje	42
Desarrollo de Actividades STEM para el contexto multigrado	45
Ejemplo de Unidad didáctica STEM para el contexto multigrado	49
Reflexiones generales	63
Reflexiones acerca de los desafíos del aula multigrado.	64
Reflexiones asociadas a la evaluación del diseño.	65
Reflexiones asociadas a la evaluación para el aprendizaje de los estudiantes.	66
Reflexiones acerca de las conexiones con la vida diaria.	67
Reflexiones acerca del desarrollo profesional del profesorado multigrado.	69
Consideraciones finales	71
Glosario	75
Referencias	81

Introducción

En este libro se presentan fundamentalmente orientaciones y reflexiones didácticas para llevar a cabo una innovación educativa para el aula multigrado, específicamente el proceso de diseño de unidades didácticas STEM (Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) integradas, por parte de profesores que se desempeñan en este tipo de contexto educativo. En este sentido, es un material para el desarrollo profesional docente, pues contribuye en la instalación y actualización de competencias didáctico-disciplinares para la integración de las matemáticas, las ciencias naturales y también tecnología, bajo los lineamientos de STEM integrado, en docentes que se desempeñan en escuelas rurales multigrado en Chile. Se origina en el convencimiento de que se trata de una estrategia didáctica que promueve aprendizajes relevantes y significativos en los y las estudiantes que asisten diariamente a escuelas rurales multigrado, al brindar espacios para la circulación de saberes, respetar la diversidad presente en la sala de clases e incorporar el abordaje de problemáticas reales y contextualizadas como espacio de aprendizaje. Para lograrlo, reflexionamos acerca de esta alternativa viable, concreta y desafiante para acercar la educación STEM al aula multigrado, ofreciendo sustratos que inspiran y orientan su diseño por parte de docentes multigrado que deseen innovar y renovar sus salas de clases.

Las razones para esta innovación y su difusión, como profesores y académicos de la Universidad Austral de Chile sede Puerto Montt, son variadas: la necesidad de crear innovaciones pedagógicas y acercarlas al contexto multigrado, en el entendido que usualmente no es foco de ellas. También la necesidad de promover espacios de formación continua y actualización de saberes didáctico-disciplinares para los docentes multigrado, tendientes a la configuración de comunidades de aprendizaje formadas por docentes en ejercicio y docentes/académicos formadores de profesores de educación básica, conjugando y construyendo armoniosamente saberes teórico-prácticos, desde un enfoque co-constructivo y participativo.

Por último - como consecuencia de las anteriores- la generación de oportunidades de apropiación de las disciplinas STEM en los y las estudiantes provenientes de sectores rurales desde los primeros años de escolaridad.

El presente libro es el fruto de un trabajo colaborativo mancomunado desarrollado entre los años 2019 y 2021, realizado en dos grandes etapas. La primera, que derivó en un marco teórico, para el diseño de unidades STEM integradas para el contexto multigrado (Castro, Jiménez y Medina, 2021) y, la segunda, el taller de formación continua realizado con un grupo de 14 docentes de diversos contextos multigrado del territorio de la Región de Los Lagos, con foco en la evaluación participativa del marco y el co-diseño de unidades STEM integradas para el aula multigrado. Esta última experiencia de formación, eminentemente dialógica y horizontal, permitió reflexionar, repensar y refinar el marco, desde la mirada de quienes se desempeñan en contextos reales, con sus diversos desafíos de enseñanza y aprendizaje y los saberes desde la praxis construidos a lo largo de sus años de ejercicio.

A lo largo del texto, el profesor o profesora de educación multigrado que sienta interés en estas reflexiones transitará por diversos tópicos. Se inicia con algunos antecedentes del contexto multigrado a nivel nacional, algunos elementos cuantitativos, los retos que enfrenta en los tiempos actuales y los desafíos particulares que enfrentan los y las docentes que desarrollan su labor en aulas donde asisten niños y niñas que difieren no solo en edades, sino que también en capacidades y saberes socioculturales. Continúa con algunos aspectos que caracterizan STEM, particularmente su dimensión educativa y las potencialidades que ofrece para el tratamiento de los retos y desafíos del contexto multigrado. Posteriormente, se comparte la experiencia de trabajo colaborativo desarrollado con los profesores multigrado, muy relevante para el refinamiento de la innovación, así como para el enriquecimiento de las reflexiones plasmadas en este libro.

Desde esta experiencia teórico-práctica, el presente libro establece orientaciones relacionadas con el proceso de estructuración de la integración disciplinar de las matemáticas y las ciencias, que contempla aspectos teóricos y apunta a resolver dificultades y dilemas que conlleva el reto de integrar saberes que son diferentes tanto en su enseñanza como en su aprendizaje. Continúa con orientaciones para el proceso de planificación de una unidad didáctica, que considera reconsideraciones curriculares, estrategias diferenciadas para cautelar y promover la circulación de saberes y la heterogeneidad presente en el aula multigrado y el desarrollo de un instrumento que encamina el proceso de gestión de la enseñanza, denominado *Ruta de Aprendizaje*.

Asimismo, se orienta y justifica la formulación de diversas actividades de naturaleza STEM acordes a la naturaleza del aula multigrado a realizar durante la unidad didáctica, que además contribuyen al desarrollo de habilidades para el siglo XXI de manera transversal.

Finalmente, se ofrece un ejemplo concreto de diseño de una unidad didáctica - ruta de aprendizaje desarrollada- que muestra apropiadamente la estructura de la innovación didáctica y las relaciones entre todas sus etapas. Finalmente, se expresan reflexiones didácticas, pedagógicas y educativas para profesores y profesoras multigrado que deseen su recontextualización e implementación.

Esperamos que este texto movilice la autonomía profesional y la innovación docente en entornos multigrado, que genere entornos relevantes y significativos en sus aulas. Invitamos a profesores y profesoras a disponer de las reflexiones y orientaciones expuestas en este documento, adaptarlas a las particularidades de su territorio y comunidad educativa y, por supuesto, a perfeccionarlas.





CONTEXTO EDUCATIVO MULTIGRADO EN CHILE

En las escuelas rurales multigrado tenemos la naturaleza, tenemos campo y mar, la posibilidad de tener aulas afuera. Lo otro es que de alguna forma nosotros somos dueños de nuestras aulas, el proyecto (STEM) lo podemos desarrollar con la flexibilidad que necesitemos, podemos integrar a nuestros estudiantes con necesidades educativas especiales y es una tremenda oportunidad, no solo para promover aprendizajes, también para trabajar los valores, la organización, la empatía, la responsabilidad.

Profesora Comuna de COCHAMÓ

En Chile, existen 5706 escuelas rurales, de las cuales 2357 son multigrado (MINEDUC, 2020). Las escuelas rurales multigrado acogen a estudiantes provenientes de contextos aislados, de diferentes edades y niveles en al menos una sala de clases. Tales escuelas son realidades que en la experiencia nacional ofrecen relevantes oportunidades de aprendizaje para todos los escolares de las localidades rurales pequeñas y distantes y, por tanto, para progresar en la trayectoria educativa de al menos 12 años de escolaridad (Decreto 968 exento, 2012).

Las escuelas rurales multigrado se agrupan por vecindad geográfica en microcentros y su número puede variar al interior de cada comuna (MINEDUC, 2018). Los microcentros constituyen una instancia técnico-pedagógica en la cual los profesores multigrado se reúnen periódicamente para analizar su quehacer profesional, intercambiar experiencias y construir nuevos modos de enseñar. Se constituyen en un verdadero espacio de desarrollo profesional, marcado por la reflexión práctica y la noción de comunidad de aprendizaje docente. Existen 343 microcentros conformados a lo largo de todo el país, las regiones con más microcentros son Araucanía con 85 y La Región de Los Lagos - donde nace esta iniciativa- con 51 microcentros (MINEDUC, 2021). Tales cantidades dan cuenta de la importancia de la educación rural multigrado en nuestro país y la relevancia de promover innovaciones educativas orientadas a este contexto.

Las escuelas rurales multigrado existen en diferentes países por necesidad, como una forma de dar respuesta a distintas problemáticas, entre las que destacan áreas rurales o zonas de influencia urbana donde la población es escasa y las distancias son demasiado grandes para que los estudiantes viajen todos los días a un centro urbano (Taole, 2017). Para comunidades pequeñas, que a menudo se ubican en regiones remotas y aisladas, las escuelas multigrado se transforman en una alternativa viable para garantizar el derecho a la educación de los niños y niñas que viven en tales contextos. No obstante, responder al derecho a la calidad educativa se vuelve una tarea más compleja cuando los profesores deben trabajar con más de un nivel al mismo tiempo (UNESCO, 2015).

A pesar de no ser una tarea fácil, la enseñanza a una clase multigrado tiene la obligación de garantizar el acceso a experiencias de aprendizaje auténticas y relevantes, tal como aquellas a las que pueden optar los alumnos en contextos tradicionales de escolaridad (Castro, Jiménez y Medina, 2021), que los preparen para un futuro más prometedor (UNESCO, 2015) y les brinden oportunidades significativas de apropiación de los diversos saberes - como los científicos y matemáticos - que los preparen con los conocimientos,

habilidades, actitudes, valores y actuaciones que se requieren para poder participar y discernir sobre problemáticas locales y globales del siglo XXI.

La investigación empírica sobre la enseñanza multigrado ha sido escasa (Hyry-Beihamer & Hascher, 2015; Shareefa; 2021). Los estudios disponibles en el área (Abós Olivares & Bustos-Jiménez, 2015; Abós Olivares y Boix, 2017; Ribadeneira, 2020) evidencian el desafío y las dificultades que suponen para los docentes multigrado, por ejemplo, la adaptación del currículo para la enseñanza de varios grados a la vez sin homogeneizar a los estudiantes, así como la escasez de materiales para apoyar esta tarea.

En las aulas multigrado conviven estudiantes de distintas edades y niveles de escolaridad y, por ello, convergen diversos conocimientos, experiencias y saberes socioculturales. Tal realidad requiere especificidad en el uso de estrategias pedagógicas que contemplen la organización del espacio y el tiempo, así como la selección de los recursos curriculares más idóneos (Peirano, Estévez y Astorga, 2015). En esta línea, la UNESCO (2015) ha destacado seis estrategias que se pueden utilizar en estos contextos y que el Ministerio de Educación ha incorporado como estrategias sugeridas para la gestión del aula (Orientaciones Pedagógicas para el Aula Multigrado, 2017). Estas estrategias se pueden clasificar considerando como criterio aquellas que tienden a reducir la diversidad natural presente en la sala de clases, estableciendo grados diversos de homogeneización; o bien, aquellas estrategias que tienden a la heterogeneidad, respetan la diversidad y promueven la circulación de saberes dentro del aula, como potenciadores y vehículos del aprendizaje.

El cuadro que sigue organiza estas ideas:

Tienden a Homogeneizar	Tienden a Heterogeneizar y promueve la circulación de saberes
<ul style="list-style-type: none"> • Enseñanza de todos los niveles a la vez. • Enseñanza de un nivel mientras que los otros trabajan independientemente. • Desarrollo de actividades para grupos no enseñados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Enseñanza a todos los cursos con diferente grado de dificultad. • Tutoría entre pares y niveles cruzados. • Relacionar el aprendizaje con la experiencia diaria.

Naturalmente, se espera que los docentes de escuelas multigrado propendan a la implementación de experiencias de aprendizaje que respeten y atiendan las diferencias individuales de los estudiantes y no traten de homogeneizarlos. Tal perspectiva deviene en todo un desafío didáctico y pedagógico. La investigación en el área evidencia que la enseñanza multigrado es compleja, requiere de un modelo de actuación específico que incorpore el uso de estrategias activas de enseñanza con un enfoque global e integral del currículum, una mezcla alternativa de espacios compartidos y espacios individuales que permitan el aprendizaje por contagio a través de la circulación de saberes, aprendizaje cooperativo, enseñanza recíproca y desarrollo de la autonomía para garantizar su calidad (Hyry-Beilhammer & Hascher, 2015; Ribadeneira, 2020). Sin embargo, paradójicamente, muchos docentes carecen de una formación que los prepare para este tipo de enseñanza (Taole, 2017).

En este contexto, se ha reportado y propuesto un tipo de práctica pedagógica orientada a la instrucción diferenciada o diferenciación con el objetivo de respetar la heterogeneidad de los estudiantes y promover la circulación de saberes. En la diferenciación los estudiantes comparten los mismos temas, pero el contenido está organizado en función de diferentes etapas, niveles o necesidades de los alumnos. Esta implica la mediación del currículo para la enseñanza, el nivel del contenido y los materiales para la planificación y ejecución de actividades diferenciadas que den respuesta a las distintas necesidades de aprendizaje en una clase en que las edades pueden variar hasta en siete años (Taole, 2017). De acuerdo con Tomlinson (2014), la diferenciación puede describirse como una práctica en el aula que busca un equilibrio en el énfasis entre los estudiantes individualmente y el contenido del curso. Lo anterior se puede plantear en términos de una diferenciación del contenido, de los procesos y de los productos evaluativos, en función de las capacidades, los intereses y los perfiles de aprendizaje de los estudiantes.

Esta estrategia, aconsejable y prometedora para entornos multigrado, será abordada más adelante, dada la necesidad de explicar con mayor profundidad la forma de adaptar los planes de estudio considerando esta estrategia como base.



EDUCACIÓN STEM INTEGRADA

La educación STEM integrada es una oportunidad de aprender y ejecutar un sistema nuevo en la educación rural, de innovar. Es un espacio para construir y crear productos junto a los estudiantes.

Profesor comuna de SAN PABLO

A nivel internacional, las agendas políticas basadas en imperativos vocacionales y económicos impulsaron a fines de la década de 1990 la irrupción del acrónimo inglés STEM que se refiere a **Ciencias Naturales** **Tecnología** **Ingeniería** **Matemáticas** llamando la atención de numerosos países que han destinado parte importante de sus presupuestos para impulsar propuestas educativas que vayan en esta línea (Blackley y Howell, 2015). En diversos lugares de América, principalmente se han generado iniciativas para promover STEM en los distintos niveles escolares, todas ellas fundamentadas en la idea de que la educación temprana y sostenida en STEM, proporcionaría la base fundamental para el desarrollo de las competencias y las alfabetizaciones necesarias para el ciudadano del siglo XXI (Nadelson y Seifert, 2017). Esta realidad ha generado diversas aproximaciones sobre lo qué es y cómo debería desarrollarse la educación STEM.



La educación STEM integrada se plantea como un enfoque educativo multidisciplinario que remueve las barreras tradicionales de las ciencias naturales, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas, y las integra al mundo real con experiencias rigurosas y relevantes que promueven oportunidades para que los estudiantes fomenten su conciencia sobre cómo se combinan los temas o dominios aparentemente no relacionados al abordar problemáticas reales (Nadelson & Seifert, 2019). En este sentido, la Educación STEM integrada, promueve la participación y el involucramiento de los estudiantes en contextos auténticos de aprendizaje, espacio

educativo que fomenta su comprensión sobre temas, problemas o desafíos reales -que evidentemente tienen una ecología interdisciplinar—, preparándolos con capacidades necesarias para el siglo XXI que les permitan posicionarse en temas asociados a las áreas que integra (Bennet y Ruchti, 2014; English y King, 2019; Guzey, Moore y Harwell, 2016; Sias, Nadelson, Juth y Seifert, 2017). En este sentido, se conceptualiza como un enfoque educativo centrado en el aprendizaje activo por parte de los estudiantes, mediado por un currículum desafiante, estimulador y funcional, al presentar como base problemas o proyectos que requieren para su solución o abordaje el aprendizaje y la aplicación del conocimiento de múltiples disciplinas STEM e involucra la puesta en práctica - o bien actúa como campo fértil para la promoción del desarrollo- de las denominadas habilidades del siglo XXI (Castro, Iturbe, Jiménez y Silva, 2020), como por ejemplo, colaboración, creatividad, pensamiento crítico, creatividad y comunicación, entre otras.

Es así como la educación STEM integrada va adquiriendo gran importancia, pues se centra en la resolución de problemas interdisciplinarios que se dan en contextos reales, que requieren posicionamientos o propuestas de mejora por parte de los estudiantes. Este tipo de problemas requiere para su resolución dotar de sentido y justificación al conocimiento que se adquiere (Nadelson y Seifert, 2019) desde un enfoque interdisciplinario, es decir, poner en práctica un saber construido por varias disciplinas amalgamadas. Esta concepción moderna de lo que es la educación STEM, corresponde a la noción de integración más amplia, que implica la combinación deliberada de varias disciplinas utilizadas para tratar situaciones problemáticas que se presentan en la realidad. Es posible afirmar entonces que esta perspectiva educativa implica la enseñanza de distintos saberes aunados como una entidad cohesionada, lo que implica el replanteamiento del rol docente y de la institución escolar, que conlleva decisiones y recontextualizaciones curriculares importantes y, con ello, una renovación de las aulas de clases, cualquiera sea su constitución.

Aun cuando se admiten las dificultades para brindar una definición de la educación STEM integrada que represente este enfoque en su totalidad, esta se puede sintetizar en modo amplio, como un enfoque de aprendizaje centrado en el estudiante, basado en problemas reales que demandan para su resolución la aplicación del conocimiento de múltiples disciplinas STEM y el desarrollo de habilidades del siglo XXI (Nadelson y Seifert, 2017).



COSECHADOR
AGUAS DE LUVIA

A modo de síntesis, el siguiente esquema organiza las ideas vinculadas a STEM para brindar mayor comprensión de este enfoque:



Además, para brindar mayor comprensión acerca de estas ideas, exponemos algunos ejemplos de proyectos abordados bajo la educación STEM, documentados formalmente. Si bien es cierto que no se implementan en contextos multigrado, pueden ser estudiados como referentes para el docente multigrado que desee comprender aún más este enfoque educativo:

Diseño y Modelado en 3D de un vecindario

(Shealer y Shealer, 2014)

Diseño de rampas para accesos de sillas de ruedas

(Tytler Prain y Hobbs, 2019)



EDUCACIÓN STEM INTEGRADA

Construcción de puentes de papel para carga

(English y King, 2019)

Diseño de cohete

(English y King, 2015)

STEM y los desafíos del aula multigrado

Se han desarrollado numerosos estudios que proporcionan evidencia del valor de la educación STEM integrada en contextos formales de enseñanza tradicional (English y King, 2019; Koul et al., 2018; Lehrer y Schauble, 2012; McDonald, 2016; Ng y Chan, 2019; Struyf et al., 2019; Tati et al., 2017, entre muchos otros), destacando el valor de este tipo de experiencias en la formación los ciudadanos del siglo XXI. Sin embargo, a pesar del potencial de la educación STEM para hacer frente a muchos de los desafíos de la enseñanza multigrado señalados en el apartado anterior, el cómo acercarla a este contexto es algo que aún no ha sido explorado. Allí radica el carácter innovador de la experiencia educativa contenida en este texto.

En este sentido, es fundamental apoyar y alentar a los docentes a diseñar unidades curriculares STEM integradas como una forma de hacer frente al reto que enfrentan los profesores multigrado en el desarrollo de experiencias de aprendizaje auténticas y relevantes para los escolares, que promuevan el aprendizaje activo, la circulación y apropiación de saberes y espacios de aprendizaje individual y cooperativo que respeten la heterogeneidad inherente de los estudiantes de entornos multigrado.

El aprendizaje activo e interdisciplinario en STEM tiene el potencial para preparar a los ciudadanos con las herramientas que necesitan tanto para vivir en sociedad como para contribuir en ella y transformarla (Castro et al, 2020; Ortiz-Revilla et al. 2020); así como para hacer el currículum más útil, relevante y motivador para los estudiantes (Rennie, Venville & Wallace, 2018), los cuales son posibles y necesarios de considerar en la gestión de la enseñanza para el aula multigrado. Además, permite abordar una amplia variedad de temas con distintos grados de profundidad, ofreciendo diferentes formas de expresión de lo que se está y ha aprendido, así como diversos mecanismos de desarrollar los conocimientos y las habilidades involucradas (Clayton, 2010). Este potencial didáctico es clave para incorporar el potencial formativo de la realidad heterogénea del entorno multigrado (Shareefa, 2021) y promover el encuentro de saberes entre los estudiantes de diversas edades y niveles presentes en esta sala de clases.

MUESTRA ANUAL ESCOLAR
STEM








INTEGRACIÓN DE LAS MATEMÁTICAS Y LAS CIENCIAS NATURALES DESDE LA EDUCACIÓN STEM

Para integrar ciencias naturales y matemáticas... los temas deben ser pertinentes, del contexto e interés de los estudiantes y, a la vez, comprensibles para los estudiantes desde primero hasta sexto, es decir, transversal... es más fácil desarrollar actividades también para todos los cursos.

Profesora comuna de MAULLÉN

Como ya se ha evidenciado, se han documentado experiencias innovadoras de aprendizaje interdisciplinario en STEM, que sugieren que integrar, al menos, parte del programa de estudios STEM genera un currículo relevante y motivador (Rennie et al., 2018). Sin embargo, existen desafíos asociados a la interdisciplinariedad en STEM que complejizan el diseño de unidades de esta naturaleza: por ejemplo, consensuar una definición para la integración y mantener la integridad epistémica de las áreas integradas (English, 2016; Honey et al., 2014; Tytler et al., 2019), es decir, su naturaleza inherente.

Hay diferentes perspectivas de qué significa un programa de estudios integrado y se han establecido diversas categorías de integración (Gresnigt et al., 2014). Desde la disciplinariedad, que fragmenta el saber en disciplinas aisladas y se funda en la asignaturización del saber, avanzando a la multidisciplinariedad, donde las disciplinas se enseñan separadamente para luego describir grados crecientes de superposición (Rennie et al., 2018) y avanzando a mayores niveles de encuentro en los saberes disciplinares, como en la interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad. El siguiente cuadro sintetiza e ilustra estas ideas:

Integración Disciplinar en Educación STEM integrada			
Grado de Integración	Bajo	Medio	Alto
Nivel	Multidisciplinariedad	Interdisciplinariedad	Transdisciplinariedad
Enfoque didáctico	Conocimientos y habilidades se aprenden por separada, de manera fragmentada o sincronizada, en cada disciplina a integrar, y que se encuentran en un tema común. Se establece una conexión explícita entre estas.	Conocimientos y habilidades entre disciplinas que se desarrollan estrechamente vinculados, con el objetivo de profundizar su comprensión y desarrollo. Se establecen conexiones implícitas entre estas.	Conocimientos y habilidades de dos o más disciplinas se aplican a problemas y proyectos del mundo real con el objetivo de dar forma a la experiencia de aprendizaje total y profunda.
Representación en diagrama en relación con el tratamiento didáctico de cada disciplina STEM			

Elaboración propia a partir de English, 2016.

Bajo el enfoque educativo STEM integrado se busca generar una propuesta interdisciplinaria, aceptando que los desafíos o problemas reales que involucra requieren destrezas donde intervienen saberes disciplinares con conexiones temporales estrechas e imprecisas en distintos periodos de tiempo. En ese sentido, es indispensable para el docente que desee diseñar e implementar una propuesta STEM integrada, atender la naturaleza temporal de las interacciones entre las áreas integradas y la existencia de límites difusos entre estas (English, 2016; Ortiz-Revilla et al., 2020). Autores como Tytler et al. (2019) señalan que la descripción —como áreas que se cruzan o regiones superpuestas— de las interacciones entre las disciplinas STEM integradas es útil, por ejemplo, para determinar qué parte del programa de estudio se podría integrar, pero insuficiente para determinar cómo los conceptos asociados interactúan en el tiempo. Estos autores señalan que el entrelazamiento de los conocimientos disciplinares se produce en diferentes escalas de tiempo, tanto para los alumnos cuando se enfrentan al proceso de resolución de un problema, como para los profesores al introducir y promover ideas y prácticas propias de cada disciplina.

Otra problemática asociada a la interdisciplinariedad en STEM es la pérdida de integridad epistémica de las disciplinas que se integran (English, 2016; Tytler et al., 2019). Las unidades integradas no siempre median una construcción profunda del conocimiento en las áreas involucradas (Chalmers et al., 2017), destacándose, por ejemplo, que no todas las matemáticas pueden o deben ser aprendidas dentro de un programa integrado, pues no siempre se desarrollan profunda y coherentemente.

Desde esta perspectiva, el proceso de construcción de propuestas interdisciplinarias se considera más que la suma de los conocimientos y las prácticas de las áreas que se integran, más allá de la selección de objetivos de aprendizaje en cada disciplina, siendo necesario y fundamental encontrar puntos de encuentro y de diferencia entre estas en el tiempo (Ortiz-Revilla et al., 2020; Tytler et al., 2019) y desde allí realizar tratamientos didácticos apropiados. Por otra parte, English (2016) afirma que en las propuestas educativas STEM integradas generalmente el foco está puesto en las ciencias naturales y que el aprendizaje de las matemáticas goza de menos beneficio. En este sentido, se requiere identificar formas en que el aprendizaje en cada disciplina puede distribuirse uniformemente para que los beneficios en un área no reduzcan las ganancias en otras, es decir, un aprendizaje equilibrado, armónico y profundo de cada una de las disciplinas que se integran.

Una forma de abordar estos desafíos que presenta la educación STEM integrada es mediante el desarrollo de grandes ideas STEM (Clayton et al., 2010; Hurst, 2015; Rennie et al., 2018). Estas se definen como ideas clave que vinculan numerosos entendimientos disciplinares en conjuntos coherentes que resultan fundamentales para comprender y conocer STEM en una variedad de campos, pudiendo ser idea de contenido (abarcando conceptos, teorías, estrategias y modelos) o ideas de proceso, asociadas a la adquisición y el uso efectivo del conocimiento del contenido (Hurst, 2015).

En esta línea, es posible desarrollar una integración interdisciplinar por medio del uso de un continuo de grandes ideas STEM de tres posibles formas, las que son organizadas en el siguiente cuadro, acompañadas con algunos ejemplos.

Tipo	Ejemplos
Grandes ideas dentro de una disciplina STEM, que tienen aplicación en otras disciplinas STEM.	<ul style="list-style-type: none"> - Razonamiento proporcional en el contexto de un problema de diseño. - Grandes ideas científicas en el contexto del diseño de artefactos de tecnología/ingeniería.
Grandes ideas de contenido o proceso ubicadas en dos o más disciplinas STEM, reconociendo las diferencias en la forma en que una gran idea se concibe en cada disciplina.	<p>Ideas Conceptuales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Patrones, orden y organización • Estabilidad y cambio • Escala y medida • Forma y Función • Crecimiento y decrecimiento <p>Ideas de Proceso/Habilidad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pensamiento computacional (tecnología y matemáticas) • Razonamiento y argumentación (ciencias y matemáticas) • Resolución de problemas (ciencia, matemáticas y tecnología)
Grandes ideas conceptuales o grandes ideas que abarcan contenido STEM, que permiten el abordaje interdisciplinario de problemas relevantes.	<p>Grandes ideas conceptuales:</p> <p>Se encuentran las Grandes Ideas de las Ciencias (GIC) (Baker, 2015)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los organismos tienen estructuras y realizan procesos para satisfacer sus necesidades y responder al medioambiente. - Los organismos necesitan energía y materiales de los cuales con frecuencia dependen y por los que interactúan con otros organismos en un ecosistema. - La información genética se transmite de una generación de organismos a la siguiente. - La evolución es la causa de la diversidad de los organismos vivos y extintos. - Todo material del Universo está compuesto de partículas muy pequeñas. - La cantidad de energía en el Universo permanece constante. - El movimiento de un objeto depende de las interacciones en que participa - Tanto la composición de la Tierra como su atmósfera cambian a través del tiempo y esos cambios influyen en las condiciones necesarias para la vida <p>Grandes ideas que abarcan contenido STEM</p> <ul style="list-style-type: none"> • Déficit Hídrico debido al cambio climático. • La Robótica para facilitar recolección de cruciferos. • Construcción de huerto para soberanía alimentaria. • Transporte Sustentable para disminuir la contaminación atmosférica. • Cuantificación de la huella de carbono.

Elaboración propia a partir de Chalmers et al. (2017)

Considerar las aplicaciones interdisciplinarias de las grandes ideas STEM para promover una comprensión profunda de las áreas integradas podría ser una buena forma para mediar un aprendizaje profundo (Lehrer y Schauble, 2012; Johnson et al., 2016; Silk et al. 2010), pero se requiere determinar cuál es la mejor forma de implementarlas y evaluar su impacto en el aprendizaje de cada disciplina, por ello, es fundamental avanzar en la concreción en la sala de clases de los diseños didácticos STEM integrados.

Por otra parte, al explorar los ejemplos, es posible inferir que las grandes ideas no son entendimientos acabados, por el contrario, el profesorado multigrado puede formular sus propias grandes ideas a desarrollar durante la unidad didáctica integrada.

En síntesis, se ha argumentado la importancia de concebir la integración más allá de la superposición de las áreas que se están integrando, atendiendo las relaciones temporales que se dan dentro de la interdisciplinariedad en STEM (Tytler et al., 2019), reconociendo los puntos de encuentro y diferencia entre las disciplinas curriculares que se integran, es decir, ciencias naturales, matemáticas y tecnología (Ortiz-Revilla et al., 2020), e identificando mecanismos didácticos que permitan desarrollar un aprendizaje profundo y equilibrado en cada una de ellas, respetando sus formas de hacer y pensar propias. Por tanto, es posible considerar la integración en STEM como una gama de experiencias de aprendizaje que, implicando distintos grados de conexión y temporalidad entre los conocimientos y las prácticas de cada área STEM, buscan promover un aprendizaje profundo y armónico en cada una de ellas.

Consideramos que un enfoque STEM integrado, basado en grandes ideas STEM, puede brindar a los niños que se educan en contextos multigrado experiencias en las áreas STEM con atributos fundamentales para el aprendizaje como la relevancia, pertinencia, transversalidad y significatividad (ver cuadro de atributos).

Tales experiencias les permitirían comprender en profundidad temáticas de amplitudes globales y también locales, así como desarrollar habilidades necesarias en nuestra época, respetando y atendiendo a sus necesidades individuales y territoriales de crecimiento y fortaleciendo sus capacidades para ser agentes de cambio en sus entornos.

El siguiente cuadro profundiza en los atributos principales de una experiencia educativa STEM, relacionados con los estudiantes. Además, se añaden preguntas didácticas orientadoras para el docente que le permiten dar cuenta de cada uno de estos atributos.

Atributo	Permite responder a la pregunta:	¿Qué se entiende en el contexto de la Educación STEM integrada?
Relevancia	¿Para qué se aprende?	Capacidad para responder a los propósitos y finalidades del aprendizaje.
Transversalidad	¿Cómo se aprende?	Capacidad para aportar a la formación integral de los estudiantes en los diversos dominios (cognitivo, procedimental, actitudinal), así como la formación en valores, sentimientos y habilidades para el siglo XXI.
Interdisciplinariedad	¿Cómo se aprende?	Define temas, objetivos, habilidades que se 'cruzan' en el currículo de ciencias naturales y matemáticas, en diversos grados y temporalidades, de manera implícita.
Significatividad	¿¿Cómo se aprende?	Capacidad de adaptarse a los intereses y características de los estudiantes y comunidades de origen. Implica el reconocimiento y puesta en valor de la heterogeneidad del aula, así como las capacidades personales de los estudiantes.
Pertinencia	¿Qué se aprende?	Capacidad de responder a las necesidades de los estudiantes y la comunidad en un espacio y territorio específico, permitiendo considerar los contenidos socioculturales específicos y recontextualizar.

Elaboración propia.

Estructura de la Integración Interdisciplinar

El propósito de esta etapa del diseño es orientar el proceso de integración de las disciplinas STEM, considerando de manera especial las matemáticas y las ciencias naturales, desde la perspectiva interdisciplinar y a partir de las orientaciones expuestas en los apartados anteriores.

A continuación, se presenta un esquema que orienta el proceso de estructuración de la integración interdisciplinar y que se explica seguidamente.



La revisión y análisis de documentos curriculares de las disciplinas STEM a integrar, en este caso, ciencias naturales y matemáticas, permite la toma de decisiones a priori por parte del docente, es decir, identificar conocimientos y habilidades a desarrollar (objetivos de aprendizaje), visualizar conexiones auténticas entre ellas, establecer la temática y la(s) gran(des) idea(s) asociada(s), así como los componentes y su progresión curricular (Chalmers et al., 2017; Clayton et al., 2010; Hurst, 2015; Lehrer y Schauble, 2012) a lo largo de los niveles. Posterior a esta exploración, se considera que una forma de organizar las decisiones tomadas e instaurar una estructura para la integración interdisciplinar de forma fluida y operativa se muestra en el esquema anterior y se describe a continuación:

1. Seleccionar el tema: De carácter contextual, vinculado a situaciones de índole global y local, pertinentes y relevantes.
2. Determinar/seleccionar/formular la(s) gran(des) idea(s): Se recomienda un número pequeño de grandes ideas para su abordaje profundo, las que pueden ser de diverso tipo.

3. Seleccionar los componentes y su proyección en el horizonte de aprendizaje, en el currículo de cada disciplina. Este paso se relaciona con la selección de componentes o temas del currículo y, posteriormente la selección de los objetivos de aprendizaje propios de aquellos componentes que tributan a la comprensión de la(s) gran(des) idea(s) a tratar.

4. Evaluación de la estructura: el docente valora la calidad de los atributos descritos anteriormente, además de la coherencia y viabilidad de la propuesta antes de continuar, siendo fundamental incluir la revisión de las progresiones de aprendizaje de los temas al interior de cada disciplina, especialmente en aquellos objetivos de aprendizaje que no serán parte de la unidad STEM integrada interdisciplinar, para que no se vean afectados en su desarrollo dentro de cada disciplina (ver cuadro) (Clayton et al, 2010).

Durante esta etapa es apropiado que el docente multigrado se formule las siguientes preguntas, culminando el proceso cuando todas ellas tengan respuesta afirmativa:

- ¿La(s) gran(des) idea(s) seleccionada(s) es(son) abordada(s) coherentemente en distintos grados de profundidad en todos los niveles?
- ¿Qué componentes involucrados en esta(s) idea(s) pueden ser abordados en cada nivel escolar de mi sala de clases?
- ¿El tema es motivador y relevante para la vida de todos los estudiantes?
- ¿Permite un abordaje interdisciplinario y el desarrollo de al menos una gran idea STEM?

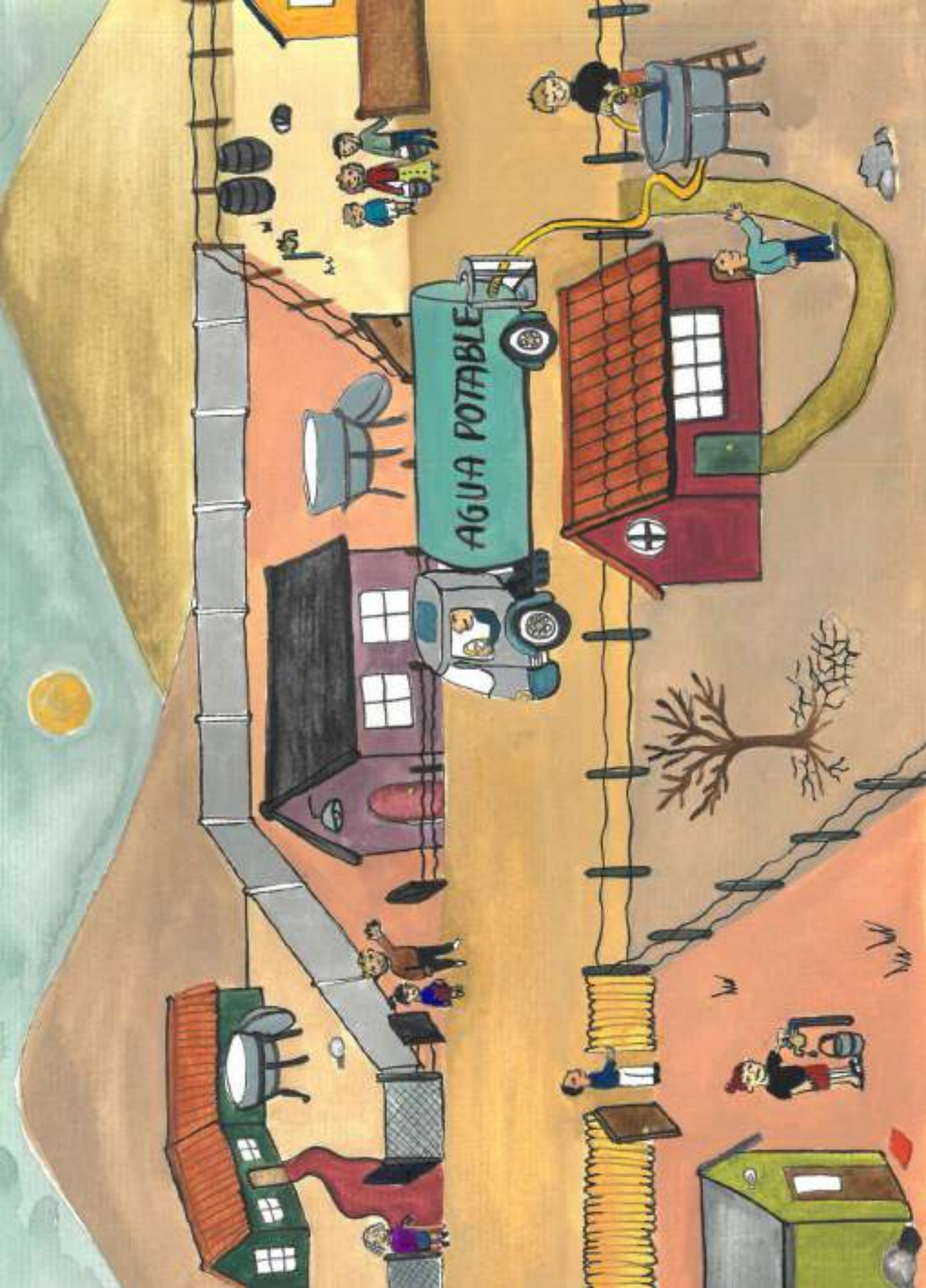
A continuación, se brinda un ejemplo concreto, comenzando con el contexto territorial, para brindar mayor claridad a la estructura de la integración interdisciplinar que será ampliada a lo largo del libro.

Contexto Territorial

En algunas zonas de la Región de Los Lagos, especialmente las insulares, se experimentan graves problemas de déficit hídrico en épocas estivales fundamentalmente. Muchas familias acceden diariamente al agua por medio de cosechadores de agua lluvia o bien por camiones aljibes que transportan cuotas de agua potable en distintos periodos de tiempo.

La escasez de agua potable en muchas comunidades y territorios es un problema global y local - vinculado al cambio climático, entre otras posibles razones - que enfrentan muchos estudiantes de contextos rurales, como es el caso de la escuela rural que consideramos para este ejemplo, ubicado en una isla de la comuna de Calbuco, en la Provincia de Llanquihue.

En este sentido, es imperativo generar instancias educativas que apunten, por un lado, a la concientización de la comunidad frente al tema y, por otro, la promoción de la capacidad de agencia frente al problema por parte de los estudiantes.



AGUA POTABLE

Posteriormente, se desarrollan las etapas del proceso de estructuración de la integración disciplinar, en este caso, entre las matemáticas y las ciencias naturales, considerando las reflexiones y orientaciones didácticas expuestas en los párrafos anteriores:

Selección del tema	Cambio Climático
<p>Gran Idea</p> <p>En este caso se trata de una gran idea que aborda contenido STEM</p>	<p>Crisis Hídrica en el territorio como consecuencia del cambio climático.</p>
<p>Identificación de Componentes en el currículo de cada disciplina.</p>	<p>Ciencias Naturales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El agua y su importancia para la vida • Tiempo atmosférico • Clima y sus efectos en el medio ambiente • Plantas y suelo <p>Matemáticas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Localización • Medición de diversas magnitudes temporales y espaciales • Representación y análisis de datos <p>Luego, se seleccionan los objetivos de aprendizaje vinculados a cada uno de estos componentes y que, en su conjunto, permiten la comprensión de esta gran idea.</p>
<p>Evaluación</p>	<p>Valoración de la coherencia y viabilidad de esta etapa, considerando atributos, coherencia y viabilidad.</p>

Esta actividad, por su extensión, se desarrollará más adelante, cuando se exponga el ejemplo concluido, en el apartado 6 de este libro, que ya puede explorar.



PLANIFICACIÓN GENERAL DE **UNIDADES STEM** INTEGRADAS EN CONTEXTOS **MULTIGRADO**

La planificación es flexible y facilita la adaptación a las necesidades específicas de todos los estudiantes, especialmente a aquellos que presentan barreras para el aprendizaje.

Profesora de SAN JUAN DE LA COSTA

Una vez se desarrolle la etapa de estructuración de la integración interdisciplinar, corresponde realizar el proceso de planificación general de la unidad didáctica STEM integrada. Para lograrlo, el siguiente esquema organiza las tareas y dimensiones didácticas para esta etapa del diseño y que se explican en los siguientes párrafos, entre los años 2019 y 2021, realizado en dos grandes etapas.



Para planificar propuestas educativas STEM integradas, una vez desarrollada la selección de componentes y objetivos de aprendizaje que tributan a la comprensión de la(s) gran(des) idea(s), es fundamental desarrollar, por parte del docente multigrado, una secuenciación lógica de tales aprendizajes. Esta tarea implica una necesaria reorganización de los aprendizajes de cada área STEM a abordar en la propuesta, con el fin de visualizar cómo se desarrollarán los subtemas que forman parte de la secuencia. Se entiende que el currículum de ciencias naturales y de matemáticas, por su carácter prescrito, ya se encuentra organizado de acuerdo a criterios o visiones epistemológicas y pedagógicas, por lo tanto, al momento de seleccionar objetivos de aprendizaje en función de la(s) gran(des) idea(s) se genera la necesidad de reorganizarlos intencionalmente.

Para lograrlo, resulta muy conveniente reorganizarlos en función de los cuatro tipos de actividades STEM, que serán abordadas con mayor profundidad en la siguiente sección del texto; sin embargo, es posible sintetizarlas brevemente de la siguiente manera: una actividad STEM preliminar que introduce a los alumnos al estudio de la problemática o el desafío, una actividad central STEM integrada en la que este se aborda el problema desde una perspectiva interdisciplinar, actividades de exploración de grandes ideas 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.

Posteriormente, es necesario establecer una diferenciación de los aprendizajes involucrados en cada nivel, considerando la profundidad en que se debe(n) abordar la(s) gran(des) idea(s) STEM y sus componentes, así como su articulación para promover la circulación de saberes. Esta estrategia, que se adelantó en el tema 1 (Contexto Educativo Multigrado), se profundiza en el siguiente subtema.

Diferenciación como estrategia para el aula multigrado

La instrucción diferenciada o diferenciación ha comenzado a entenderse como una estrategia que realmente puede afrontar el desafío que conlleva respetar la diversidad presente en el aula multigrado y utilizarla como un potenciador de aprendizajes profundos (Shareefa, 2021; Taole, 2020). Esta estrategia involucra la mediación del currículo para la enseñanza, el nivel del contenido, los materiales para la planificación y la ejecución de distintas actividades diferenciadas que den respuesta a las diversas necesidades de aprendizaje en una clase en que las edades pueden variar hasta en siete años. De acuerdo con Tomlinson (2014), la diferenciación puede describirse como una práctica en el aula que busca un equilibrio en el énfasis entre los estudiantes individualmente y el contenido del curso.

La diferenciación puede entenderse de tres maneras distintas:

Diferenciación	De Contenido	Hace referencia a conocimientos, conceptos y habilidades que los estudiantes deben aprender y desarrollar, y a la forma en que ellos acceden a estos (por ejemplo, a través de lecturas, investigación individual, comprensión auditiva, etc.).	Responde a: ¿Cuáles son los conocimientos y habilidades a desarrollar en los estudiantes?
	De Proceso	Relacionada con el cómo se logra que los estudiantes comprendan o den sentido al contenido (por ejemplo, a través del aprendizaje basado en proyectos, problemas, fenómenos, etc.).	¿Qué actividad (acción o demanda cognitiva) realizará cada nivel de estudiantes, individual o grupalmente, para desarrollar los conocimientos y las habilidades?
	De Producto	Hace referencia a las distintas formas mediante las cuales los estudiantes muestran lo que han aprendido y son capaces de hacer después de un tiempo determinada.	¿Cómo cada nivel de estudiantes, individual o grupalmente, demuestra lo que sabe (conocimientos) y es capaz de realizar (habilidades)? ¿Qué instrumentos e indicadores construyó para ello?

Elaboración propia a partir de Tomlinson (2014)

En contextos multigrado, la diferenciación se ha definido como el conjunto de experiencias de aprendizaje que los profesores brindan a sus alumnos después de evaluar detenidamente sus necesidades y habilidades con el objetivo de maximizar sus aprendizajes, independientemente de sus capacidades o grados designados. Lo anterior se considera un aspecto crucial dentro de la base de conocimientos profesionales que los profesores multigrado necesitan para la enseñanza (Taole, 2017) y resulta todo un desafío para ellos (Taole, 2017; Taole, 2020). Posiblemente esto se deba a que, a pesar de que los programas de formación docente realizan la diferenciación, esta no se centra fuertemente en el contexto de las clases multigrado, ni en cómo adaptar el plan de estudio de enseñanza básica para ello, provocando que los docentes multigrado puedan tener dificultades para su utilización y no disponer de materiales adecuados para implementarla (Hyry-Beilhammer y Hascher, 2015), puesto que demanda la selección o elaboración diferenciada de recursos que vehiculen el aprendizaje respetando las necesidades individuales de los alumnos y sean compatibles con las aspiraciones de tránsito de saberes entre distintos niveles.

En términos de eficacia, la instrucción diferenciada parece ser una estrategia prometedora para abordar la heterogeneidad del aula multigrado. No obstante, se requiere más investigación en el área que permita describir una forma de adaptar los planes de estudio considerando esta estrategia como base, así como determinar sus efectos en el aprendizaje de los alumnos en contextos educativos multigrado (Smit y Humpert, 2012). Tal aspiración es la que se inicia con los planteamientos y orientaciones didácticas expuestas en este texto.

Ruta de Aprendizaje

Retomando la etapa de planificación y considerando los momentos de reorganización de los componentes y objetivos de aprendizaje de las ciencias naturales y las matemáticas seleccionados, los tipos de actividades STEM y la propuesta de diferenciación de contenido, proceso y producto, resulta conveniente organizarlas en un instrumento que permita observar cómo se relacionan e interactúan desde una vista panorámica. Este instrumento prediseñado de elaboración propia, que se ha denominado Ruta de Aprendizaje, permite visualizar el desarrollo de la unidad en cada nivel, formulando preguntas clave que dividan el conocimiento que involucra el desafío o problema en partes más pequeñas para ser abordadas gradualmente y establecer no solo desempeños diferenciados (diferenciación de contenido) (Clayton et al., 2010), sino que también, la diferenciación de proceso y producto de manera organizada como un flujo que va nivel a nivel educativo, que forma parte de la sala de clases multigrado.

Por otra parte, la ruta de aprendizaje tiene dos ventajas para el docente que ya la ha desarrollado, dos miradas que tributan a valorar su calidad para el contexto multigrado. El siguiente cuadro sintetiza esta orientación didáctica:

Mirada Horizontal	Permite visualizar la forma en que las grandes ideas y sus componentes se desarrollan con distinta profundidad a través de los grados, evaluar su coherencia y pertinencia, identificar la contribución de cada nivel al desafío/pregunta/problema, asignar tareas, y definir espacios de trabajo individual, colaborativo y de circulación de saberes.
Mirada Vertical	Permite demostrar la forma en que se desarrollan temporalmente la integración, visualizando el mecanismo con el que las ideas disciplinares involucradas se abordan para desarrollar un aprendizaje profundo y equilibrado en cada una de las áreas, y para establecer conexiones entre las grandes ideas involucradas.

Elaboración propia.

A continuación, se presenta la parte inicial del instrumento denominado Ruta de Aprendizaje, que visualiza los elementos descritos al momento y considera, por motivos de espacio, solo la primera actividad STEM integrada interdisciplinar, denominada Actividad STEM preliminar. Esta imagen, aunque sea solo un extracto de la ruta de aprendizaje, permite el profesorado multigrado explorar la ubicación de los diversos elementos que la componen y su relación. Por otro lado, es posible notar en este extracto que los niveles 3° y 4°, así como 5° y 6°, se encuentran anidados en la diferenciación de contenido, proceso y producto. Este hecho, que pueda variar a lo largo de los diversos tipos de actividades STEM, se debe a que los objetivos de aprendizajes reorganizados de ciencias naturales y matemáticas no han permitido cubrir algún nivel y se decide, didácticamente, elaborar el mismo desempeño esperado con las mismas actividades de aprendizaje y evaluación. Tal decisión es posible por la naturaleza del aprendizaje de las ciencias naturales y las matemáticas a lo largo de los niveles y tiene como ventaja importante el aprendizaje colaborativo y por contagio.

Objetivo de la Unidad								
Tiempo estimado								
Actividad STEM integrada	Pregunta guía y temas a abordar	Idea(s) clave	Diferenciación					
			NIVELES					
			1°	2°	3°	4°	5°	6°
			Desempeños esperados (contenido)					
Preliminar								
Fundamentación con el contexto			Actividad de Aprendizaje (proceso)					
			Actividad de Evaluación (producto)					
			Aprendizajes abordados en el currículo de ciencias naturales y matemáticas (contenido)					

Elaboración propia.

RADIO LOCAL "KO"

AL AIRE



NOS COMPARTIRAN
SUS CONOCIMIENTOS
MATEMÁTICOS Y
CIENTÍFICOS LOGRADOS
CON ESTA
MAGNÍFICA
EXPERIENCIA



BIENVENIDOS Y BIENVENIDAS
AL PROGRAMA SEMANAL DE LOS Y
LAS ESTUDIANTES DE LA ESCUELA BÁSICA
MULTIGRADO DOS TERRUCOS DONDE
NOI CHEGAMOS A LUNAS Y PLANES.
¡¡¡¡¡ APRENDEREMOS A REALIZAR
UN SISTEMA DE RADIO POR
BATERIA CON BOTELLAS



DESARROLLO DE ACTIVIDADES STEM PARA EL CONTEXTO MULTIGRADO

Me parece interesante porque todo es en base a la realidad de nuestros alumnos y para ellos va a ser un aprendizaje muy significativo.

Profesora de PURRANQUE

A lo largo de la propuesta STEM se recomienda transitar por distintos tipos de actividades interdisciplinarias, atendiendo a la naturaleza de la educación STEM integrada y considerando que uno de sus propósitos es la necesidad de promover las habilidades para el siglo XXI en cualquier contexto escolar. Para ello, se construye el siguiente cuadro organizador que contiene, además, la extensión del ejemplo que se viene tratando, relacionado con el tratamiento de la gran idea STEM de contenido “la crisis hídrica como consecuencia del cambio climático”.

Tipo	¿Qué se entiende por esta idea?	Ejemplo de actividad
Actividad STEM preliminar	<p>Actividad trococal para todos los niveles que introduce a los estudiantes en el estudio de la problemática o el desafío que se abordará a lo largo del estudio interdisciplinar, permite la activación de conocimientos previos y el alcance de las ideas base para el desarrollo de la unidad. Se trata de una actividad donde se promueve la participación activa por parte de los estudiantes y la explicación de múltiples hallazgos presentes en ella.</p>	<p>Recorrido por determinados sectores de la isla, donde los estudiantes exploren y analicen a través de la recolección, registro e interpretación de datos, según cada nivel, la importancia del agua para la vida y la preservación de distintos tipos de hábitats, especies y su comunidad; o evalúen cómo la disponibilidad de agua se ha visto afectada en el tiempo por los cambios atmosféricos.</p>
Actividad central STEM integrada	<p>Introduce el desafío/pregunta que abordará la unidad. Se problematiza la gran idea a través del abordaje de aprendizajes elementales para su comprensión. Esta actividad debe tener sentido y permitir que todos los alumnos contribuyan coherentemente a la solución en su respectivo nivel. En esta actividad se trata de promover aprendizajes experienciales, sustentados en una pedagogía de la indagación.</p>	<p>Se plantea la pregunta central de la secuencia: ¿Cómo podemos ayudar a nuestra comunidad a hacer un buen uso del agua dulce? Para darle respuesta, en una primera instancia, es necesario que los alumnos comprendan que el agua dulce se encuentra en diferentes formas y se distribuye en determinados puntos de la isla que se pueden localizar para optimizar su uso. Los estudiantes pueden hacer un estudio geográfico de la isla y aportar en diferentes formas a la elaboración de un prototipo modelo que permita observar cómo se distribuye el agua dulce en el territorio, pudiendo complementarse con mapas virtuales y el conocimiento sobre esta de la comunidad.</p>

Tipo	¿Qué se entiende por esta idea?	Ejemplo de actividad
Actividad STEM de Exploración	<p>Establece un vínculo cognitivo entre las grandes ideas involucradas en el desafío o problema y sus representaciones más específicas en cada disciplina. Se trata de una actividad donde se promueve la participación, la exploración y la elaboración de diseños, maquetas, prototipos, simuladores, entre otros similares. Por supuesto, la naturaleza exploratoria de este tipo de actividad conlleva examinar cómo cada idea vinculada al desafío o problema funciona dentro de su disciplina.</p>	<p>En este caso, se pretende establecer una conexión entre las cinco construcciones entrelazadas (la medida, el clima, el agua, el suelo y las plantas) para asociar la falta de agua dulce acrecentada en zonas de escasa vegetación, como consecuencia de una variación climática. Así, por ejemplo, dependiendo de cada nivel, los alumnos investigan características o efectos de los cambios del tiempo atmosférico y sus consecuencias para los seres vivos y el ambiente, estudian la vegetación presente en la isla o la conformación del suelo, activando el sentido de la medida y cómo funciona en diferentes contextos.</p>
Actividad STEM de consolidación y síntesis	<p>Actividad que ofrece un contexto para que los alumnos conecten las ideas específicas desarrolladas en un conocimiento interdisciplinario que dé respuesta al problema planteado en diferentes formas. Se trata de una actividad de explicación y evaluación.</p>	<p>Así, por ejemplo, los alumnos pueden elaborar material de difusión de sus hallazgos y aprendizajes y realizar una exposición a la comunidad sobre diversas acciones cotidianas para el cuidado del agua o acciones destinadas a mejorar la disponibilidad de agua dulce, como pueden ser aquellas asociadas al cuidado del suelo y las plantas en determinadas puntos del territorio insular, según el nivel en que se encuentren.</p>

Elaboración propia a partir de Kivunja, 2015.



EJEMPLO DE UNIDAD DIDACTICA STEM PARA EL CONTEXTO MULTIGRADO

Efectivamente, ellos (los estudiantes) ya tienen los conocimientos necesarios para proponer acciones concretas que a ellos les permitan responder la gran pregunta.

Profesora comuna de MAULLÍN

Los Lagos: Se decreta escasez hídrica en 26 de 30 Comunas

NOTICIAS

MEDIO AMBIENTE

Inédito en el sur de Chile: Decretan escasez hídrica en Osorno, Llanquihue y Chiloé

Con excepción de la provincia de Palena, el resto de la Región de Los Lagos estará por un período de seis meses bajo esta condición. ¿Qué significa? ¿Cuáles son las 104 comunas de Chile que se encuentran en esta situación?

Chiloé está perdiendo sus más importantes reservorios de agua dulce

MEDIO AMBIENTE

Ilustramos el diseño de una unidad didáctica STEM integrada que promueve el aprendizaje interdisciplinario de las ciencias naturales y las matemáticas, en un aula multigrado de nuestro país que recibe estudiantes de 1° a 6° grado. En este caso, corresponde al ejemplo que se ha estado construyendo mientras se ha transitado por los apartados anteriores.

En esta ocasión, el profesorado multigrado puede analizar la ruta de aprendizaje completa donde se relacionan y se encuentran todas las etapas y consideraciones didácticas descritas al momento.

Actividad para el profesorado multigrado:

Mientras explora la ruta, hágalo utilizando los grados de cumplimiento de los atributos de un diseño didáctico STEM integrado, entre otros criterios. Para ello, sugerimos responda algunas interrogantes como las siguientes, además de otras que usted estime convenientes.

- ¿El diseño permite generar aprendizajes relevantes en los estudiantes?
- ¿El diseño permite un aprendizaje interdisciplinario?
- ¿El diseño colabora en la formación integral de los estudiantes (transversalidad)?
- ¿Cuál es el grado de pertinencia del diseño?
- ¿El diseño puede desarrollar aprendizajes significativos?
- ¿Las ciencias naturales y las matemáticas se desarrollan de manera equilibrada y profunda?

Parte I: Estructura de la Integración Interdisciplinar

Selección del tema	Cambio Climático y crisis hídrica
Gran Idea En este caso se trata de una gran idea que aborda contenido STEM	Crisis hídrica en el territorio como consecuencia del cambio climático.
Identificación de Componentes en el currículo de cada disciplina.	Ciencias Naturales: <ul style="list-style-type: none"> - El agua y su importancia para la vida - Tiempo atmosférico - Clima y sus efectos en el medio ambiente - Plantas y suelo
	Matemáticas: <ul style="list-style-type: none"> - Localización - Medición de diversas magnitudes temporales y espaciales - Representación y análisis de datos

Parte II: Planificación General de Unidades STEM integradas en contextos multigrado

Comprende la Ruta de aprendizaje de la secuencia, que contiene la diferenciación y los diversos tipos de actividades STEM.

Como una manera de reducir la extensión de la ruta de aprendizaje, los objetivos de aprendizaje (contenido) de las ciencias naturales y las matemáticas se han incorporado utilizando los códigos o nomenclatura de las bases curriculares vigentes.

Actividad de Evaluación (producto)			
Exponer al grupo, las conclusiones obtenidas 4	Exponer al grupo las conclusiones obtenidas a	Exponer al grupo las conclusiones	Evaluar e informar cómo
preguntas planteadas utilizando como apoyo el gráfico elaborado	preguntas planteadas utilizando como apoyo el gráfico elaborado y los dibujos de los ecosistemas.	obtenidas a preguntas planteadas utilizando como apoyo el gráfico elaborado y los dibujos de los ecosistemas.	disponibilidad de aguas las visto afectados en el tiempo por los cambios atmosféricos y la importancia de los ecosistemas.
Aprendizajes abordados en el currículo de ciencias naturales y matemáticas (contenido)			
OAC 1.	OAC 4.	OAC 1.	OAC 16.
OAM 19. OAM 20.	OAM 22.	OAM 25. OAM 26.	OAM 28. OAM 23.

Actividad de Evaluación (producto)				
	Elaborar un mapa de la isla ubicando fuentes de agua dulce y su uso.	Elaborar un mapa de la isla ubicando fuentes de agua dulce y presentarlas en un diagrama experimental.	Elaborar un mapa de la isla ubicando fuentes de agua dulce utilizando imágenes y símbolos.	Elaborar un mapa de la isla ubicando fuentes de agua dulce y presentarlas en un diagrama experimental.
	Elaborar un mapa de la isla ubicando fuentes de agua dulce y presentarlas en un diagrama experimental.	Elaborar un mapa de la isla ubicando fuentes de agua dulce y presentarlas en un diagrama experimental.	Elaborar un mapa de la isla ubicando fuentes de agua dulce y presentarlas en un diagrama experimental.	Elaborar un mapa de la isla ubicando fuentes de agua dulce y presentarlas en un diagrama experimental.
Aprendizajes abordados en el currículo de ciencias naturales y matemáticas (contenidos)				
OAC13.	OAC9 y 10, OAC11.	OAM14.	OAM14.	OAC12. OAM16.

Diferenciación							
NIVEL							
1	2	3	4	5	6		
Descriptores esperados: (contenido)							
<p>Actividad STEM Integrada</p> <p>De exploración de grandes ideas</p> <p>Se exploran comparaciones involucradas en el diseño de cada disciplina que contribuyen a la comprensión de la gran idea.</p> <p>Perfil Identifica</p>	<p>Pregunta para y temas a abordar</p> <p>Relaciones entre clima, agua, suelo y plantas.</p> <p>Temas</p> <p>La planta</p> <p>El suelo, las plantas y su capacidad de retención de agua.</p> <p>El tiempo atmosférico y su efecto en las cosas vivas y el medio ambiente.</p>	<p>Identifica, por medio de la exploración, las estructuras principales de las plantas (raíces, tallos, hojas y flores, tallos y raíces) comparando sus longitudes y espesores, utilizando palabras como largo y corto.</p> <p>Registra y analiza datos de cultivo de leguminosas y realiza regularmente en el tiempo, registrando colores, olores y cómo varía la planta durante el experimento, utilizando palabras o palabras relacionadas de tiempo, como: crece, florece, madura, etc.</p> <p>Algunos tipos de plantas crecen a diferentes ritmos en el suelo.</p>	<p>Describen la relación de los cultivos del tiempo atmosférico con las días, semana, meses y fechas clave en el calendario señalando sus efectos sobre el ser vivo y el ambiente.</p> <p>Construye un cronograma biológico de análisis del tiempo atmosférico como: temperatura, humedad o viento, utilizando palabras relacionadas (en forma y ancho horas).</p>	<p>Describe, las necesidades de las plantas y su relación con la raíz, el tallo y las hojas, reconociendo la importancia para otros seres vivos y el ambiente, mediante la lectura e interpretación de datos en calendarios que reflejen el ciclo de vida de algunas especies y la relación en diferentes momentos (diseño y masa).</p> <p>Observa, registra e identifica plantas e identifica algunas características.</p>	<p>Analiza experimentalmente diferencias entre agua dulce y agua salada estudiando vidrios, cantidad de sales, punto de ebullición.</p> <p>Realiza conexiones entre estados de agua y cambios haciendo variaciones en el modelo experimental.</p>	<p>Compara características de los suelos y agua generando una representación de ambos cuerpos de agua.</p> <p>Identifica la cantidad de agua en los suelos con ayuda de un modelo (en cm).</p>	<p>Investiga la formación del suelo, sus propiedades (como color, textura y capacidad de retención del agua) midiendo diferentes tipos de suelo en un área determinada.</p>

Actividad de Aprendizaje (proceso)					
<p>Realizar 2 tipos de plantas completas, identificar sus estructuras, construir sus ligandos utilizando palabras como luego, como, arriba, debajo, etc. y construir la meditación de las plantas plantando en el.</p> <p>Realizar modelo experimental (plantas) (perros, levadura o arroz) en la sala de clases y llevar un registro del tiempo experimental (momentos de exposición al sol, de riego, de atención en espacios interiores e interiores, etc.).</p>	<p>Preparación cuidadosa del aula con espacio para completar, donde se sitúan plantas en los días, semanas o meses, indicando la fecha de inicio de cada estación del año, dibujado como es el tiempo atmosférico, calidad de cada día (por ejemplo, se elige un día para ir al trabajo, se elige un día de lluvia, se elige un día de sol, etc.).</p> <p>Realizar modelo experimental (plantas) (perros, levadura o arroz) en la sala de clases y llevar un registro del tiempo experimental (momentos de exposición al sol, de riego, de atención en espacios interiores e interiores, etc.).</p>	<p>Implementar el contenido de la escuela, incorporar la realidad de su entorno, y la aplicación de una planta (por ejemplo, Arroz, levadura o arroz) (descripción de ella, con relación a la estructura que la conforma).</p> <p>Realizar modelo experimental (plantas) (perros, levadura o arroz) en la sala de clases y llevar un registro del tiempo experimental (momentos de exposición al sol, de riego, de atención en espacios interiores e interiores, etc.).</p>	<p>Realizar modelo experimental (plantas) (perros, levadura o arroz) en la sala de clases y llevar un registro del tiempo experimental (momentos de exposición al sol, de riego, de atención en espacios interiores e interiores, etc.).</p>	<p>Comenzar maquetas representativas de los campos de agua, sus tipos (dulce y salada) de agua salada. Incluir las maquetas. Identificar los componentes de cada una y, cuando correspondan, señalar los niveles en ellas.</p> <p>Realizar modelo experimental (plantas) (perros, levadura o arroz) en la sala de clases y llevar un registro del tiempo experimental (momentos de exposición al sol, de riego, de atención en espacios interiores e interiores, etc.).</p>	<p>Dibujar tipos representativos de los campos de agua, sus tipos (dulce y salada) de agua salada. Incluir las maquetas. Identificar los componentes de cada una y, cuando correspondan, señalar los niveles en ellas.</p> <p>Realizar modelo experimental (plantas) (perros, levadura o arroz) en la sala de clases y llevar un registro del tiempo experimental (momentos de exposición al sol, de riego, de atención en espacios interiores e interiores, etc.).</p>
Actividad de Transferencia (producto)					
<p>Presentar la indagación.</p>	<p>Exponer resultados e instrumentos tecnológicos de medición del tiempo atmosférico.</p>	<p>Mostrar la indagación.</p>	<p>Mostrar la indagación.</p>	<p>Presentar maquetas y descripción cuantitativa.</p>	<p>Concluir y explicar poder científico.</p>
Aprendizaje alcanzado en el currículo de ciencias naturales y matemáticas (ordenado)					
<p>OAC3.</p>	<p>OAC32, OAC33, OAC34.</p>	<p>OAC1.</p>	<p>OAC1.</p>	<p>OAC3, OAC4.</p>	<p>OAC7.</p>
<p>OAM8.</p>	<p>OAM8, OAM9.</p>	<p>OAM2.</p>	<p>OAM2.</p>	<p>OAM2, OAM11, OAM12, OAM24.</p>	<p>OAM2, OAM3, OAM19.</p>

Diferenciación						
NIVELES						
	1'	2'	3'	4'	5'	6'
	Desarrollar esperanzas (contenidos)					
Actividad STEH Atropala	Propuesta para y temas a abordar	(Indicador clave)				
Escucha clara y atenta Se conectan bien específicos en un contexto. Introducción de que permita dar respuesta al desafío o problema. Buenos ejemplos abierta a la interacción	<p>Objetivos: comprender y valorar la importancia de la disponibilidad de agua dulce en el mundo actual.</p> <p>Temas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Importancia de la disponibilidad de agua dulce en el mundo actual. - Importancia de la disponibilidad de agua dulce en el mundo actual. - Importancia de la disponibilidad de agua dulce en el mundo actual. 	<p>Objetivo clave:</p> <p>Comprender y valorar la importancia de la disponibilidad de agua dulce en el mundo actual.</p>	<p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comprender y valorar la importancia de la disponibilidad de agua dulce en el mundo actual. - Comprender y valorar la importancia de la disponibilidad de agua dulce en el mundo actual. - Comprender y valorar la importancia de la disponibilidad de agua dulce en el mundo actual. 	<p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comprender y valorar la importancia de la disponibilidad de agua dulce en el mundo actual. - Comprender y valorar la importancia de la disponibilidad de agua dulce en el mundo actual. - Comprender y valorar la importancia de la disponibilidad de agua dulce en el mundo actual. 	<p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comprender y valorar la importancia de la disponibilidad de agua dulce en el mundo actual. - Comprender y valorar la importancia de la disponibilidad de agua dulce en el mundo actual. - Comprender y valorar la importancia de la disponibilidad de agua dulce en el mundo actual. 	<p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comprender y valorar la importancia de la disponibilidad de agua dulce en el mundo actual. - Comprender y valorar la importancia de la disponibilidad de agua dulce en el mundo actual. - Comprender y valorar la importancia de la disponibilidad de agua dulce en el mundo actual.



REFLEXIONES FINALES

*Siento que todos (los estudiantes)
colaboran con el aprendizaje de todos.*

Profesora comuna de PURRANQUE

Reflexiones acerca de los desafíos del aula multigrado

A lo largo del texto, se han evidenciado, por un lado, los desafíos que actualmente enfrenta el contexto educativo multigrado cuando se trata de garantizar la calidad de los aprendizajes en términos de su relevancia, pertinencia y significatividad y, por otro, el potencial de la educación STEM integrada para abordarlos. Las investigaciones relacionadas con la educación STEM en contextos tradicionales es amplia y evidencia el impacto positivo en los aprendizajes de los estudiantes, así como en la mejora de la actitud y la motivación hacia las disciplinas STEM; sin embargo, en contextos multigrado no existen acercamientos, lo que significa que cualquier experiencia en el diseño, implementación y evaluación en este contexto educativo que involucre STEM integrado tiene el carácter innovador que puede sembrar evidencia sobre su impacto desde un amplio espectro.

En este sentido, este libro avanza con orientaciones que permiten a la comunidad de profesores multigrado inspirarse, motivarse y aventurarse en este tipo de propuestas transformadoras, pues se ofrecen lineamientos comprensibles y susceptibles de ser desarrollados, independiente de las características del contexto educativo donde se desempeñen. Así, el profesorado que se decida a concretar en su aula lo expuesto en este libro, tiene la oportunidad coherente y viable de diseñar e implementar experiencias auténticas y relevantes con sus estudiantes, donde se respete la diversidad natural dentro del aula como un potenciador del aprendizaje y se promuevan interacciones entre los diversos grados, de tal manera, de fomentar la circulación de saberes y el aprendizaje por contagio, tan relevantes para el aprendizaje en un entorno multigrado y que se ve reflejado, de manera tan elocuente, en la frase emitida por una profesora participante del taller de formación y que acompaña al título de este apartado: "Siento que todos (los estudiantes) colaboran con el aprendizaje de todos".

Asimismo, debido a la naturaleza de la educación STEM integrada que se promueve en este texto innovador, es factible que, por medio de las estrategias didácticas y pedagógicas, así como las mediaciones sociocognitivas por parte del profesorado, se logre promover transversalmente el desarrollo de las habilidades del siglo XXI, tales como el pensamiento crítico, la creatividad, la alfabetización ambiental, la colaboración y la comunicación. Estas habilidades, junto con otras similares, son consideradas fundamentales en la sociedad global de la información y el conocimiento y base para ejercer una ciudadanía activa y transformadora que proteja valores democráticos para el bienestar común en armonía con el medio ambiente.

Reflexiones asociadas a la evaluación del diseño

El proceso de evaluación, en el contexto de esta innovación, se entiende desde una perspectiva amplia, como un asunto personal del profesorado multigrado, pero también social en relación con los estudiantes, nunca como un dispositivo técnico y prescrito. Por una parte, se concibe como una práctica en torno al proceso de diseño de la unidad didáctica STEM integrada, para contribuir en la mejora de los procesos educativos propios de esta innovación, pero también en torno al aprendizaje de los estudiantes. La evaluación, entonces, es genuina, polifacética, es decir, los procedimientos de evaluación son variados, acontecen durante el diseño e implementación de la propuesta integrada, representan parte fundamental del trabajo creativo del docente y parte integral del aprendizaje interdisciplinario. En ese sentido, la evaluación es continua, directa, profunda y depende exclusivamente de la valoración de los profesores (Moreno, 2016) y, en ese sentido, implica un diálogo constante, por un lado, con la ruta de aprendizaje y, por otro, con y entre los alumnos.

Bajo el contexto del diseño de unidades educativas STEM integradas, es posible observar el proceso evaluativo como una valoración y revisión constante del propio diseño didáctico de la unidad por parte del profesorado que lo construye. Se trata de un ejercicio evaluativo y valorativo del grado de logro de los diversos atributos que debe tener todo diseño STEM integrado (por ejemplo, viabilidad, coherencia, pertinencia, entre otros) a lo largo de los momentos que tiene este diseño y que han sido orientados en los diversos tópicos de este libro. La intención de esta tarea reflexiva y evaluativa es lograr que la propuesta sea lo suficientemente robusta didácticamente para lograr los aprendizajes deseados en los diversos niveles y enfrentar exitosamente los desafíos del aula multigrado. Un proceso de evaluación y una revisión constante de las decisiones didácticas, teniendo como base los atributos, permitirá al docente retroalimentar el diseño constantemente y mejorar aquellos aspectos que se consideren débiles.

Es aconsejable desarrollar la labor evaluativa del diseño de la unidad de manera permanente y constante; sin embargo, existen dos momentos o hitos clave del diseño que probablemente requieran un mayor grado de revisión y valoración: el primero, una vez realizado el análisis curricular para la selección de componentes de la gran idea STEM y la identificación y selección de los objetivos de aprendizaje de ciencias naturales y matemáticas que serán parte de la unidad STEM integrada y, el segundo, al momento de culminar la Ruta de Aprendizaje.

Respecto del primer momento, es importante destacar que la selección de objetivos de aprendizaje de las disciplinas a integrar, por definición, tendrá como consecuencia que algunos objetivos de aprendizaje no sean incorporados en la propuesta STEM y, por lo tanto, se debe tener conciencia de su rol en la progresión y horizonte del aprendizaje, así como su posterior tratamiento con los estudiantes. Evaluar la pertinencia o no de un objetivo de aprendizaje en el diseño didáctico STEM es un ejercicio que se debe realizar en varias ocasiones, asegurando no fracturar la construcción de aprendizajes futuros (sobre todo en el caso de las matemáticas, que poseen una construcción progresiva y concatenada). Un objetivo de aprendizaje no seleccionado y no tratado posteriormente, puede ser un obstáculo importante para el logro de aprendizajes de aquellos objetivos que requieren su desarrollo previamente.

En relación con el segundo momento, una vez que la Ruta de Aprendizaje está confeccionada con los diversos tipos de actividades STEM, la reorganización de los objetivos de aprendizaje seleccionados y la diferenciación realizada, es fundamental que el profesorado se detenga a reflexionar y valorar nuevamente el grado de los atributos ya teniendo todo el panorama de su diseño en frente. De esta manera, podrá analizar las interacciones entre los diversos elementos y su coherencia y a partir de ello, generar las modificaciones y refinamientos que el diseño requiera. Asimismo, es importante reflexionar acerca de la calidad de la diferenciación, explorando la ruta de aprendizaje horizontalmente a través de los grados que posea el aula de clases y en cada tipo de actividad. Finalmente, cautelar la coherencia entre los distintos tipos de actividades STEM de tal manera de lograr profundidad en la integración disciplinar y la construcción de saberes interdisciplinarios cuando se implementen tales actividades.

En general, esta etapa evaluativa deviene en un ejercicio reflexivo profesional y de consolidación del diseño.

Reflexiones asociadas a la evaluación para el aprendizaje de los estudiantes

El aprendizaje en el contexto educativo STEM integrado, al ser un proceso multidimensional e interdisciplinario, se considera complejo y su valoración no resulta una tarea sencilla; sin embargo, es trascendental. De otro modo, no se podrían saber los logros obtenidos y lo que aún falta por alcanzar, se desconocería si se han cubierto los aprendizajes esperados seleccionados para la propuesta, así como el nivel de logro de los desempeños integrados diferenciados por nivel y, con ello, no habría información para retroalimentar a los estudiantes de los distintos grados.

Desde esta perspectiva, la evaluación en este contexto es entendida, en términos generales, como aquel proceso o tarea fundamental de la labor del profesorado multigrado, que tiene como principal propósito la recolección de información acerca del aprendizaje, para generar juicios de valor objetivos que sustenten la toma de decisiones didácticas y pedagógicas para el logro de aprendizajes profundos y equilibrados en (entre) las disciplinas que se integran, permanentes y para la vida desde una retroalimentación constante y sostenible. Se trata de un paradigma de la evaluación para el aprendizaje pues tiene como prioridad en su diseño (elaboración de desempeños diferenciados por nivel) y en su práctica, promover el aprendizaje de los alumnos, es utilizada para motivar y favorecer el aprendizaje y no solo para verificar o certificar lo aprendido, como es el caso del enfoque tradicional-técnico y ofrece información que tanto estudiantes como profesor pueden utilizar como retroalimentación y que, finalmente, logre modificar y mejorar las actividades de enseñanza y aprendizaje propuestas al interior de la ruta de aprendizaje. En otras palabras, Los datos reunidos por el docente multigrado durante el proceso de aprendizaje STEM integrado, son usados para identificar el nivel actual de los estudiantes de los distintos grados y adaptar la enseñanza para ayudarles a alcanzar las metas de aprendizaje deseadas expresadas en los indicadores de evaluación diferenciados e integrados. Como es de esperar, en este tipo de evaluación los alumnos son participantes activos con sus profesores, comparten metas de aprendizaje y comprenden cómo van progresando, cuáles son los siguientes pasos que necesitan dar y cómo darlos.

Para lograr este propósito, es muy importante que la formulación de los desempeños de evaluación o diferenciación de contenido/producto, posean un carácter integrado y global, es decir, que contemplen todos los objetivos de aprendizaje seleccionados y reorganizados para el nivel, y horizontalmente, presenten niveles de graduación nivel a nivel escolar, atendiendo a las particularidades que el aprendizaje del nivel exige (ver ejemplo dado).

Reflexiones acerca de las conexiones con la vida diaria

La pregunta sobre la relación entre ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (las materias STEM), surge porque entender las situaciones de la vida cotidiana frecuentemente implica combinaciones de estas disciplinas. Una gran cantidad de situaciones en las que se usan las disciplinas STEM en la vida cotidiana y que tenderán a captar el entusiasmo de muchos estudiantes provenientes de entornos multigrado, a menudo implican combinar la ciencia con la ingeniería, la tecnología y las matemáticas y no solo con ellas, sino que también con las disciplinas humanistas y artísticas. De ahí, el surgimiento de STEAM (con Artes) o STEM+H (que incorpora multidisciplinariamente a las humanidades, como historia, filosofía o lenguaje).

Los cambios que ya se observan en muchos entornos laborales y en las actividades de investigación que frecuentemente se informan a la sociedad requieren cada vez más de equipos multidisciplinarios y transdisciplinarios, y un saber interdisciplinario, para abordar una amplia gama de problemas que podrían tener implicaciones importantes para la sociedad y la naturaleza. Los contextos y problemas del mundo real, como diseñar sistemas de energía sustentables, vacunas para enfermedades pandémicas como la COVID, comprensión de la “marea roja” y sus consecuencias sociales, la ingeniería biomédica, el abordaje de la crisis hídrica en los territorios, la protección de una especie en peligro de extinción o un conflicto socio-ambiental como el derrame de combustible en el mar, son solo un pocos ejemplos que demandan los conocimientos, conceptos y habilidades de varias disciplinas aunadas en diversos tiempos y grados y que son susceptibles de ser abordadas como temas centrales para propuesta de educación STEM integrada en el contexto multigrado.

En nuestra época, más que nunca, todo ciudadano necesita una comprensión general de diversos temas interdisciplinarios y sus implicaciones éticas para poder movilizar voluntades, ejercer su dimensión política y contribuir en solucionar los problemas que se presentan con altos niveles de agencia. Estas consideraciones generan preguntas sobre cómo asegurar un aprendizaje relevante, pertinente, significativo, e interdisciplinario entre todos los estudiantes. Por lo tanto, se puede inferir que parte importante de la formación para la vida presente y futura consiste en comprender y abordar temas desde perspectivas integradas que promuevan la capacidad de identificar, aplicar y transferir las conexiones entre las disciplinas STEM.

Por último, la educación que contribuye a resolver problemas y desarrollar temas relevantes y reales a través y dentro de los dominios de las disciplinas fomenta la creatividad, la innovación, el pensamiento crítico, entre otras habilidades denominadas “del siglo XXI” o superhabilidades, prepara a los estudiantes, especialmente de contextos rurales multigrado para influir en los cambios rápidos y las problemáticas de la sociedad actual y no permanecer ajeno a las deliberaciones y soluciones que puedan generarse.

Reflexiones acerca del desarrollo profesional del profesorado multigrado

En el texto recientemente difundido, denominado “Orientaciones generales de trabajo Escuelas rurales multigrado y Microcentros 2021” se presenta la línea de acción “Buenas prácticas de trabajo docente en Educación rural multigrado” que tiene por objetivo principal promover la iniciativa docente para crear prácticas pedagógicas innovadoras, con impacto en los aprendizajes y que consideren las características propias de cada entorno, para luego difundirlas a toda la comunidad educativa e implementar el currículum nacional.

En este sentido, se considera que el diseño de propuestas de educación STEM integradas para el aula multigrado es eminentemente coherente y oportuna respecto de los desafíos que tiene a nivel institucional el aula multigrado durante este y los próximos años. Como ya se ha mencionado a lo largo del texto, una propuesta educativa STEM integrada deviene en una experiencia innovadora para el profesorado multigrado que incorpora como cimiento para el aprendizaje desafíos y problemas del mundo actual y territorial desde una racionalidad interdisciplinar, como una manera renovada y relevante de implementar el currículum nacional.

Sin embargo - y como toda innovación educativa- diseñar, implementar y evaluar una unidad didáctica STEM integrada requiere espacios formativos para el profesorado rural multigrado que, desde nuestra experiencia, no solo busquen la instalación y actualización de capacidades para su comprensión y concreción en el aula, sino que también contemplen la configuración de comunidades de aprendizaje (que podría ser el microcentro) como espacios de reflexión profesional colaborativa, continua y crítica, tendientes a la comprensión más profunda y crítica de aspectos inherentes al proceso educativo - como lo es el currículum prescrito y la evaluación, por ejemplo - y la

reconstrucción de aspectos asociados a la identidad docente. Así, es fundamental que los espacios formativos contemplen instancias de problematización, de co-creación de nuevas formas de concebir y dar sentido al ejercicio cotidiano de la profesión docente rural multigrado, con el propósito de que el profesorado pueda valorarse en su propia capacidad creadora y recreadora de conocimiento. En este caso, y tal como se ha propiciado por parte de los autores de este texto a lo largo del taller de formación, tales afirmaciones significan promover una autoimagen docente que favorezca la innovación, la autonomía en la toma de decisiones de cómo gestionar el currículum y la capacidad de relacionarse con el contexto con pronunciamiento, adaptación y desde una mirada transformadora, considerando como fuentes de aprendizaje significativo a los desafíos y problemas propios del mundo actual, marcados por la incertidumbre, la globalización, la crisis socioambiental y la necesidad de transitar a otro modelo de desarrollo humano.

Consideraciones Finales

Consideraciones Finales

La enseñanza multigrado es una vía para lograr el mandato global de Educación para Todos. Por supuesto, esto incluye de manera especial el propósito de educación de calidad a niños que viven en comunidades pequeñas y remotas o que se encuentran en contextos de vulnerabilidad social, económica, ambiental, entre otras. En el caso del contexto multigrado, se requieren nuevos programas de formación continua que permitan la instalación y actualización de capacidades en los docentes para enfrentar este propósito atendiendo a los desafíos inherentes del contexto multigrado, expuestos y analizados a lo largo de este libro. En general, es fundamental brindar espacios formativos que desarrollen competencias para la innovación educativa que atienda las demandas educativas actuales de los niños y niñas en un mundo globalizado, interconectado e interdependiente, para formar presentes y futuros agentes de cambio desde sus propios procesos de aprendizaje. Sin embargo, a la fecha, no existe claridad sobre cuál es la mejor forma de apoyar a los docentes a superar las dificultades que supone para ellos la adaptación del currículo para la instrucción diferenciada ni cómo dar respuesta al abordaje de problemáticas locales y globales con un carácter interdisciplinar y transformador.

Desde esta perspectiva, las orientaciones didácticas expuestas a lo largo de este texto devienen en un marco de acción para el diseño de propuestas educativas STEM integradas que ofrece una posibilidad coherente y viable, siempre adaptable y perfectible, para brindar oportunidades de aprendizaje integrado y significativo con base en proyectos o problemas que aborden temáticas locales y globales que potencien el desarrollo de habilidades del siglo XXI y la capacidad de agencia tanto de los estudiantes como del profesorado multigrado. Por otro lado, las reflexiones didácticas y pedagógicas que enriquecen este libro favorecen la reflexión profesional del docente desde la praxis y con base en el saber contextualizado que ha construido a lo largo de su ejercicio en el contexto escolar multigrado y que actúa como sustrato para la toma de decisiones coherentes con el propósito de la educación STEM integrada.

Por supuesto, la extensión de este texto es la implementación de propuestas integradas en el aula multigrado y, por esta razón, se invita a la comunidad de docentes que se desempeñan en tales contextos a aventurarse e innovar de manera autónoma junto a sus estudiantes y reportarnos su experiencia; o bien, solicitarnos retroalimentación y/o acompañamiento para llevar a cabo sus iniciativas STEM integradas.

Por último, si la lectura de este libro ha cautivado el interés por parte de algún profesor multigrado y surge el deseo de ser invitado a participar de las actividades de formación continua para la instalación de capacidades para el desarrollo de este tipo de propuestas y también formar parte de una nueva e innovadora comunidad de aprendizaje, no dude en comunicarse con los autores y autoras. Por supuesto, también directivos y autoridades educativas pueden establecer contacto en el caso de dudas o consultas respecto al contenido de este texto y las proyecciones de esta iniciativa en el tiempo.

Glosario

Glosario

Actividad STEM integrada: Propuesta de aprendizaje, por parte del profesorado multigrado, que requiere actuaciones por parte de los estudiantes de los diversos niveles presentes en el aula con diversa demanda cognitiva y que se caracteriza por involucrar saberes de las distintas disciplinas STEM de manera interdisciplinaria.

Coherencia: Atributo fundamental de una propuesta didáctica STEM integrada que corresponde al grado de este aspecto o nivel de correspondencia lógica entre las acciones previstas para los distintos tipos de actividades STEM, los tres tipos de diferenciación (contenido, proceso y producto) y los objetivos de aprendizaje reorganizados en la ruta de aprendizaje. Un diseño didáctico de educación STEM integrada requiere poseer un alto nivel de coherencia interna para garantizar su éxito en la sala de clases.

Circulación de saberes: Aspecto relacional que favorece y potencia el aprendizaje, que requiere ser promovido por el profesorado multigrado y que involucra la interacción dialógica de experiencias, conocimientos, habilidades, actitudes, emociones y actuaciones entre estudiantes del aula multigrado.

Contexto Educativo Multigrado: Se trata de un espacio donde se realizan procesos de enseñanza y aprendizaje en una misma sala de clases donde participan estudiantes de diversos niveles o grados, entre 1° y 6° básico en el caso chileno.

Diferenciación: También denominada instrucción diferenciada. Se considera una estrategia didáctica con enorme potencial para el aula multigrado, al permitir hacer frente a sus desafíos inherentes. Bajo esta estrategia, los estudiantes comparten los mismos temas, pero el contenido está organizado en función de diferentes etapas, niveles o necesidades de los alumnos, por lo que busca un equilibrio en el énfasis entre los estudiantes individualmente y el contenido del curso; para su diseño e implementación, involucra la mediación del currículo para la enseñanza, el nivel del contenido y los materiales para la planificación y ejecución de actividades diferenciadas que den respuesta a las distintas necesidades de aprendizaje presentes en el aula multigrado. Se puede plantear en términos de una diferenciación del contenido, de los procesos (actividades) y de los productos evaluativos, en función de las capacidades, los intereses y los perfiles de aprendizaje de los estudiantes.

Educación STEM integrada: educación STEM integrada, a grandes rasgos, se trata de un enfoque reciente de aprendizaje centrado en el estudiante, con una visión estimulante y funcionalista del currículo, al basarse en problemas reales y desafiantes de naturaleza interdisciplinar, que demandan para su resolución la aplicación intencionada del conocimiento de las disciplinas STEM de manera integrada y el desarrollo de habilidades del siglo XXI, a lo largo de las actuaciones y producciones de los estudiantes.

Gran Idea STEM: Ideas que vinculan numerosos entendimientos disciplinares en conjuntos coherentes que resultan fundamentales para comprender y conocer STEM en una variedad de campos, pudiendo ser ideas de contenido (aquellas que abarcan conceptos, teorías, estrategias y/o modelos) o ideas de proceso, asociadas a la adquisición y el uso efectivo del conocimiento del contenido. Existen grandes ideas dentro de una disciplina STEM que tienen aplicación en otras disciplinas STEM, también grandes ideas de contenido o proceso ubicadas en dos o más disciplinas STEM y, por último, grandes ideas que abarcan contenido STEM, que permiten el abordaje interdisciplinario de problemas relevantes.

Homogeneidad: En el contexto educativo multigrado, se refiere a una característica de la sala de clases que se genera cuando las estrategias de enseñanza y aprendizaje gestionadas por el profesorado multigrado no atienden a las diferencias presentes en el aula o bien se utilizan las mismas estrategias didácticas para todo el grupo de estudiantes, independiente de sus grados y naturaleza del contenido.

Heterogeneidad: En el contexto educativo multigrado, se refiere a una característica de la sala de clases que se genera cuando las estrategias de enseñanza y aprendizaje gestionadas por el profesorado multigrado respetan y atienden la diversidad natural presente en la sala de clases (en términos personales y socioculturales) y promueve la interacción internivel, el aprendizaje por contagio y la incorporación de saberes contextuales.

Integración Disciplinar: Es una noción polisémica que en el ámbito educativo involucra las diversas disciplinas presentes en el currículo, así como los conocimientos y organización de los contenidos curriculares de cada una de ellas. Una forma alternativa de enseñanza, de modo que los estudiantes sean capaces de identificar qué capacidades, conocimientos y habilidades son las más adecuadas frente a una situación problema o desafío que involucra el saber de diversas disciplinas del currículo, por lo que es una

manera particular de tratamiento de los contenidos y de la organización de los recursos pedagógicos disponibles, con el fin de que los estudiantes visualicen cómo cada disciplina participa y se articula para el logro de un aprendizaje. La integración disciplinar puede ser de diversos tipos y niveles, desde una integración fragmentada multidisciplinar hasta la interdisciplinar y transdisciplinar.

Interdisciplinariedad: Atributo fundamental y característico de toda propuesta de educación STEM integrada. Se relaciona con una forma en que se accede al aprendizaje, es decir, responde al cómo se aprende y corresponde a un grado mayor de integración disciplinar, en este caso de las ciencias naturales y las matemáticas, desde la perspectiva STEM. Particularmente, la integración interdisciplinar está definida por temas, objetivos y/o habilidades que poseen un "denominador común", que se "cruzan" o "superponen" en el currículo de ciencias naturales y matemáticas, en diversos grados y temporalidades, de manera implícita.

Habilidades del siglo XXI: Corresponde a habilidades cuyo desarrollo, en todo quehacer educativo, se considera fundamental para ejercer una ciudadanía íntegra en la sociedad del conocimiento, en un mundo donde el cambio y la incertidumbre son constantes y el aprendizaje se concibe para toda la vida. Si bien es cierto que existen diversas propuestas de clasificación de estas habilidades, una de las más conocidas es la propuesta por Alianza para las Habilidades del Siglo XXI (en inglés Partnership for 21st Century Skills o P21) que establece las 4C y que corresponde a las habilidades de Pensamiento Crítico, Pensamiento Creativo, Comunicación y Colaboración, como habilidades fundamentales interdependientes e interrelacionadas.

Pertinencia: Atributo fundamental de una propuesta didáctica STEM integrada, que responde a la pregunta didáctica "qué se aprende". Se genera una alta pertinencia cuando la propuesta didáctica promueve un aprendizaje profundo y significativo, al atender y responder a los requerimientos de los estudiantes y sus comunidades en un momento y territorio específico.

Relevancia: Atributo fundamental de una propuesta didáctica STEM integrada, que responde a la pregunta didáctica “para qué se aprende”. Una propuesta de educación STEM integrada es relevante cuando se concibe de gran importancia para el desarrollo de los estudiantes al responder a los propósitos y finalidades de su aprendizaje.

Ruta de Aprendizaje: Instrumento propio del diseño de unidades didácticas STEM integradas para el aula multigrado donde se depositan y organizan todas las decisiones didácticas del profesorado, por ejemplo, la reorganización de objetivos de aprendizaje, la diferenciación, el tipo de actividad STEM, los temas y grandes ideas, así como las preguntas generadoras. La ruta permite analizar las relaciones e interdependencias de estas decisiones didácticas, desde una mirada vertical y horizontal.

Significatividad: Atributo fundamental de una propuesta didáctica STEM integrada, que responde a la pregunta “quiénes aprenden”. Una propuesta educativa STEM integrada es significativa cuando da respuesta a los desafíos del aula multigrado y se adapta a los intereses y características de los estudiantes y comunidades de origen, implicando el reconocimiento y puesta en valor de la heterogeneidad del aula, el aprendizaje por contagio, así como las capacidades personales y saberes de los estudiantes.

Transversalidad: Atributo fundamental de una propuesta didáctica STEM integrada, que corresponde a la capacidad para aportar a la formación integral de los estudiantes en los diversos dominios (cognitivo, procedimental, actitudinal), así como la formación en valores, sentimientos y habilidades para el siglo XXI.

Viabilidad: Atributo fundamental de una propuesta didáctica STEM integrada, que corresponde al grado de posibilidad de lograr la implementación exitosa de una propuesta de educación STEM integrada y el nivel de logro de los objetivos de aprendizaje seleccionados es el esperado.

Referencias

Referencias

Abós Olivares, P., Boix, R. (2017). Evaluación de los aprendizajes en escuelas rurales multigrado. *Aula abierta*, 45(1), 41-48. <https://doi.org/10.17811/rifie.45.2017.41-48>

Abós Olivares, P., Bustos-Jimeñez, A. (2015). Teaching strategies and space organisation in multigrade classrooms. *Sisyphus Journal of Education*, 3(2), 58- 77. <https://doi.org/10.25749/sis.7886>

Bennet, C., Ruchti, W. (2014). Bridging STEM with mathematical practices. *Journal of STEM Teacher Education*, 49 (1),17-28. <https://doi.org/10.30707/jste49.1bennett>

Blackley, S., Howell, J. (2015). A STEM narrative: 15 years in the making. *Australian Journal of Teacher Education*, 40(7), 102-112. <https://doi.org/10.14221/ajte.2015v40n7.8>

Castro, A., Iturbé, 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. y Medina, J. (2021). Diseño de unidades STEM integradas: una propuesta para responder a los desafíos del aula multigrado. *Revista Científica*, 42(3), 339-352. <https://doi.org/10.14483/23448350.17900>

Clayton, M., Hagan, J., Ho, P. S., Hudis, P. M. (2010). Designing Multidisciplinary Integrated Curriculum Units. *ConnectED: The California Center for College and Career*

Chalmers, C., Carter, M. L., 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>

English, L. D. (2016). STEM education K-12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3, e3. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1>

English, L. D., King, D. T. (2015). STEM learning through engineering design: Fourth-grade students’ investigations in aerospace. *International Journal of STEM Education*, 2, e14. <https://doi.org/10.1186/s40594-015-0027-7>

English, L. D., 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>

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. S., Moore, T. J., 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 (J-PEER)*, 6(1), 11-29. <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1129>

Harlen, W. (Ed.). (2015). *Trabajando con las grandes ideas de la educación en ciencias*. Programa de Educación en Ciencias (SEP) de la Red Global de Academias de Ciencia (IAP).

Hyry-Belhammer, E. K., Hascher, T. (2015). Multigrade teaching in primary education as a promising pedagogy for teacher education in Austria and Finland. En C. Craig & L. Orland-Barak (Eds.) *International Teacher Education: Promising Pedagogies (Part C) (Advances in Research on Teaching, Vol. 22C)* (pp. 89-113). Bingley: Emerald Group Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/S1479-368720150000022005>

Honey, M. A., Pearson, G., Schweingruber, H. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18612>

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

Johnson, C. C., Peters-Burton, E. E., Moore, T. J. (Eds.). (2016). *STEM Road Map: A Framework for Integrated STEM Education*. Routledge

Kivunja, C. (2015). Exploring the Pedagogical Meaning and Implications of the 4Cs "Super Skills" for the 21st Century through Bruner's 5E Lenses of Knowledge Construction to Improve Pedagogies of the New Learning Paradigm. *Creative Education*, 6, 224-239. <http://dx.doi.org/10.4236/ce.2015.62021>

Koul, R., Fraser, B., Nastitia, H. (2018). Transdisciplinary instruction: Implementing and evaluating a primary-school STEM teaching model. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 26(8), 17-19

Lehrer, R., Schauble, L. (2012). Seeding evolutionary thinking by engaging children in modeling its foundations. *Science Education*, 96(4), 701-724. <https://doi.org/10.1002/sce.20475>

McDonald, C. V. (2016). STEM education: A review of the contribution of the disciplines of science, technology, engineering and mathematics. *Science Education International*, 27(4), 530-569

Ministerio de Educación. (2018). Bases curriculares. Primero a sexto básico. <https://bibliotecadigital.mineduc.cl/bitstream/handle/20.500.12365/2342/mono-1003.pdf>

Ministerio de Educación: Educación Rural (Julio de 2020). Orientaciones Microcentros 2020. Recuperado <https://rural.mineduc.cl/wp-content/uploads/sites/22/2020/07/ORIENTACIONES-RURAL-2020-.pdf>

Ministerio de Educación (2021). Decreto 968 exento. Recuperado <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?i=1039260&f=2012-04-19&p=>

Ministerio de Educación (2021). Orientaciones generales de trabajo Escuelas rurales multigrado y Microcentros 2021. División Educación General. Recuperado <https://rural.mineduc.cl/wp-content/uploads/sites/22/2021/04/orientaciones-generales-Microcentros-2021.pdf>

Moreno, T. (2016). Evaluación del y para el aprendizaje. Reinventar la evaluación en el aula. Ciudad de México: Casa abierta al tiempo.

Nadelson, L. S., Seifert, A. L. (2017). Integrated STEM defined: Contexts, challenges, and the future. *The Journal of Educational Research*, 110(3), 221-223. <https://doi.org/10.1080/00220671.2017.1289775>

Nadelson, L. S., Seifert, A. L. (2019). Teaching and learning integrated STEM: Using andragogy to foster an entrepreneurial mindset in the age of synthesis. En A. Sahin & M. J. Mohr-Schroeder (Eds.), *STEM Education 2.0* (pp. 53-71). Brill. https://doi.org/10.1163/9789004405400_004

Ng, O. L., Chan, T. (2019). Learning as making: Using 3D computer-aided design to enhance the learning of shape and space in STEM-integrated ways. *British Journal of Educational Technology*, 50(1), 294-308. <https://doi.org/10.1111/bjet.12643>

Ortiz-Revilla, J., Adúriz-Bravo, A., Greca, I. M. (2020). A Framework for epistemological discussion on integrated STEM education. *Science & Education*, 29(4), 857-880. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00131-9>

Peirano, C., Estévez, S. P. y 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>

Rennie, L., Venville, G., Wallace, J. (2018). Making STEM curriculum useful, relevant, and motivating for students. En R. Jorgensen, & K. Larkin (Eds.), *STEM Education in the Junior Secondary* (pp. 91-109). Singapur: Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-10-5448-8_6

Ribadeneira, F. M. (2020). Estrategias didácticas en el proceso educativo de la zona rural. *Conrado*, 16(72), 242-247

Shareefa, M. (2021). Using differentiated instruction in multigrade classes: A case of a small school. *Asia Pacific Journal of Education*, 41(1), 167-181. <https://doi.org/10.1080/02188791.2020.1749559>

Shealer, R., Shealer, M. (2014). Making it real: A cooperative, multigrade, 3D design project. *Technology and Engineering Teacher*, 74(2), 8-11

Sias, C. M., Nadelson, L. S., Juth, S. M., Seifert, A. L. (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>

Silk, E. M., Higashi, R., Shoop, R., Schunn, C. D. (2010). Designing technology activities that teach mathematics. *The Technology Teacher*, 69(4), 21-27

Smit, R., Humpert, W. (2012). Differentiated instruction in small schools. *Teaching and Teacher Education*, 28(8), 1152-1162. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2012.07.003>

Struyf, A., De Loof, H., Boeve-de Pauw, J., Van Petegem, P. (2019). Students' engagement in different STEM learning environments: Integrated STEM education as promising practice? *International Journal of Science Education*, 41(10), 1387-1407. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1607983>

Taole, M. J. (2017). Identifying the professional knowledge base for multi-grade teaching. *Gender and Behaviour*, 15(4), 10419-10434

Taole, M. J. (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>

Tati, T., Firman, H., Riandi, R. (2017). The effect of STEM learning through the project of designing boat model toward student STEM literacy. *Journal of Physics: Conference Series*, 895, e012157. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/895/1/012157>

Tytler, R., Prain, V., Hobbs, L. (2019). Rethinking disciplinary links in interdisciplinary STEM learning: A temporal model. *Research in Science Education*, 2019, 1-19. <https://doi.org/10.1007/s11165-019-09872-2>

Tomlinson, C. A. (2014). *The Differentiated Classroom: Responding to the Needs of All Learners*. ASCD

UNESCO. (2015). *Practical Tips for Multigrade Teaching Classes*. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. <https://www.eenet.org.uk/resources/docs/ilfe/generic/Sp1.pdf>



DISEÑO DE UNIDADES STEM
INTEGRADAS EN CONTEXTOS
MULTIGRADO
Orientaciones y Reflexiones

En la actualidad, la enseñanza en contextos educativos multigrado presenta desafíos relacionados con el desarrollo de las habilidades del siglo XXI y la incorporación de experiencias auténticas de aprendizaje que aborden problemáticas locales y globales – con un carácter inherentemente interdisciplinar – atendiendo la heterogeneidad natural dentro del aula y promoviendo la circulación de saberes como estrategia pedagógica.

A la fecha no existe claridad sobre cuál es la mejor forma de apoyar a los docentes multigrado para enfrentar tales retos. No obstante, consideramos que una forma es instar y apoyar al profesorado a diseñar unidades STEM integradas. Para ello, quien transite por la lectura de este texto encontrará orientaciones y reflexiones didácticas de carácter inicial – enriquecidas durante un fructífero trabajo colaborativo entre académicos y profesores multigrado de la Región de Los Lagos – para la elaboración de unidades STEM integradas, que ofrecen lineamientos para el tratamiento de la integración disciplinar y la planificación de la enseñanza considerando la instrucción diferenciada o diferenciación como estrategia clave, para el desarrollo de diversas actividades STEM a lo largo de la unidad didáctica.

El aprendizaje activo e interdisciplinario que se genera bajo el enfoque educativo STEM ofrece experiencias relevantes que permiten a los estudiantes que asisten a las escuelas multigrado del país adquirir los conocimientos y las habilidades necesarias para participar activamente en problemáticas y desafíos del futuro, atendiendo a sus diferencias individuales y características de sus territorios.

