



EDUCACIÓN CIENTÍFICA: INVESTIGACIONES E INNOVACIONES EN LAS AULAS CHILENAS

Compiladores:

**Margarita Aravena Gaete
Macarena Soto Alvarado
Francisco Garate Vergara
Valeria Hidalgo Ruz**



Organización de Estados
Iberoamericanos

Organização de Estados
Ibero-americanos

Organización de Estados Iberoamericanos
para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI)

Sociedad Chilena de Educación Científica (SCHEC)

© Organización de Estados Iberoamericanos
para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI).
Oficina en Chile Santiago, 2023
ISBN: 978-956-8624-38-5

Secretario General OEI
Mariano Jabonero Blanco

Directora OEI Chile
Margarita Aravena Gaete

Compiladores:
Margarita Aravena Gaete
Macarena Soto Alvarado
Francisco Garate Vergara
Valeria Hidalgo Ruz

Esta publicación es un aporte de la OEI para el debate y la difusión de ideas. Se permite copiar, utilizar y reproducir parcialmente esta obra, siempre y cuando se cite la fuente de manera correcta y no se utilice para fines comerciales sin previa autorización de la OEI.

COMITÉ EDITOR:

Margarita Aravena Gaete, Organización de los Estados Iberoamericanos. OEI - Chile
Macarena Soto Alvarado, Pontificia Universidad Católica de Chile – Sociedad Chilena de Educación Científica
Francisco Garate Vergara, Organización de los Estados Iberoamericanos. OEI - Chile
Valeria Hidalgo Ruz. Organización de los Estados Iberoamericanos OEI - Chile

COMITÉ CIENTÍFICO:

Alba Cortés Morales, Pontificia Universidad Católica de Chile
Luigi Cuellar Fernández, Universidad Católica de la Santísima Concepción
Nicolás Garrido Sánchez, Universidad de Santiago de Chile
Carol Joglar Campos, Universidad de Santiago de Chile
Alejandra Meneses Arévalo, Pontificia Universidad Católica de Chile
Ruby Olivares Donoso, Pontificia Universidad Católica de Chile
Mario Quintanilla Gatica, Pontificia Universidad Católica de Chile
Horacio Solar Bezmalinovic, Pontificia Universidad Católica de Chile
Macarena Soto Alvarado, Pontificia Universidad Católica de Chile
Francisco Velásquez Semper, Pontificia Universidad Católica de Chile

ÍNDICE

Presentación	8
<i>Margarita Aravena Gaete y Macarena Soto Alvarado</i>	
CAPÍTULO 1. UN DESAFÍO ORNITOLÓGICO COMO OPORTUNIDAD PARA ACERCAR A ESCOLARES A LA CIENCIA COLABORATIVA	13
<i>César Piñones y Matías Garrido</i>	
CAPÍTULO 2. RELAVES Y CONTAMINACIÓN FANTASMA. UNA SECUENCIA DE APRENDIZAJE PARA LA TOMA DE DECISIONES DESDE LA EDUCACIÓN MEDIA TÉCNICA PROFESIONAL	38
<i>Marjorie Ibacache</i>	
CAPÍTULO 3. PRÁCTICAS PEDAGÓGICAS PERFORMÁTICAS Y FORMACIÓN DOCENTE: CREATIVIDAD Y REFLEXIÓN EN FUTUROS/AS PROFESORES/AS DE CIENCIAS	52
<i>María Magdalena Aguilera</i>	
CAPÍTULO 4. ARTE Y CIENCIA, MUNDOS UNIDOS DESDE LA INTERDISCIPLINARIEDAD: UNA EXPERIENCIA EN LA FORMACIÓN INICIAL DOCENTE DE EDUCADORAS DE PÁRVULOS	69
<i>Sandra Castro, Lorena Garrido y Cristian Aguilar</i>	
CAPÍTULO 5. ENFOQUE DE GÉNERO Y GESTIÓN EMOCIONAL: ESTRATEGIA EDUCATIVA PARA LA ENSEÑANZA- APRENDIZAJE DE CIENCIAS	86
<i>Consuelo Álvarez, María José Arenas, Javier Alfaro, Daniela Medina y María Soledad Saavedra</i>	

CAPÍTULO 6. PROPUESTA DE UN MODELO DE DESARROLLO PROFESIONAL: ALCANCES TEÓRICOS-METODOLÓGICOS PARA SU IMPLEMENTACIÓN CON PROFESORES DE CIENCIAS107.
--	-----------

Eduardo Ravanal

CAPÍTULO 7. REDISEÑO DE UN MODELO FORMATIVO EN CIENCIAS PARA PROFESORES DE PRIMARIA DEL SIGLO XXI129
--	----------

Marianela Navarro, Gabriel Icekson, María Trinidad Sánchez, Patricia Moreira y Christine Yeomans

CAPÍTULO 8. FORMACIÓN DOCENTE EN VALPARAÍSO: USO DE LENGUAJE INCLUSIVO NO SEXISTA EN LAS CIENCIAS149
--	----------

Carolina Severino-Cabrera y Ximena Sánchez-Segura

CAPÍTULO 9. ANÁLISIS CRÍTICO SOBRE ESTILOS DE APRENDIZAJE DE ESTUDIANTES DE PEDAGOGÍA EN CIENCIAS COMO APOYO A SU FORMACIÓN166
--	----------

Sandra Araya-Crisóstomo, Juan Luis Guevara y María Elizabeth Pérez

CAPÍTULO 10. EXPERIENCIA EN AULA HOSPITALARIA: APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA A TRAVÉS DE LA CULTURA MAYA184
--	----------

Clargina Monsalve, Bárbara Ossandón, Dánae Arias, Camila Villegas y Gonzalo Abarca

CAPÍTULO 11. INTERCAMBIO DE EXPERIENCIAS EN FORMACIÓN INICIAL: REFLEXIONES SITUADAS ENTRE FUTUROS PROFESORES DE CIENCIAS NATURALES212
<i>Yesenia Quiceno y Catalina Iturbe-Sarunic</i>	
CAPÍTULO 12. SABERES Y CONOCIMIENTOS INDÍGENAS PARA REPENSAR LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA EN LA ESCUELA232
<i>Viviana Villarroel-Cárdenas y Katerin Arias-Ortega</i>	
CAPÍTULO 13. LA VISUALIZACIÓN DEL MOVIMIENTO DEL PLANETA Y LAS LEYES DE KEPLER MEDIANTE REALIDAD AUMENTADA253
<i>Cristian Merino y Germán Ahumada</i>	
SOBRE LOS AUTORES276

PRESENTACIÓN

La Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura es un organismo internacional de cooperación multilateral entre países iberoamericanos de habla española y portuguesa. Concibe la educación, la ciencia y la cultura como herramientas para el desarrollo humano y generadoras de oportunidades para construir un futuro mejor para todos y todas.

Trabaja con los Gobiernos de 23 países miembros, respondiendo a sus prioridades y fortaleciendo sus políticas públicas a través de programas y proyectos. En el Programa de Presupuesto para el bienio 2022 – 2023 de la OEI, se reconoce que la educación es uno de los valores intrínsecos de las sociedades democráticas y es uno de los principales factores que promueven la movilidad social. Así, alineados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, la OEI se compromete a desarrollar acciones que contribuyan a los sistemas educativos escolares y universitarios de la región iberoamericana con aportes concretos para favorecer una mejora en la calidad de la educación, así como oportunidades de aprendizaje para todos y todas a lo largo de la vida.

Desde otra arista, pero también con foco en la educación y con objetivo de contribuir a mejorar la calidad de la Educación Científica en Chile, un grupo diverso de docentes y académicos relacionados con la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia constituyeron, el 7 de noviembre de 2013, en Santiago de Chile, la Sociedad Chilena de Educación Científica (SChEC), como una Sociedad Científica sin Fines de Lucro. Cuya misión es contribuir a mejorar la calidad de la Educación Científica en Chile e influir en la toma de decisiones en este ámbito, por medio de la investigación y las prácticas educativas, en todos los niveles, en contextos formales e informales.

Desde una alianza entre ambas instituciones y considerando la relevancia de una educación científica que promueva la alfabetización científica de los ciudadanos y ciudadanas; que abarque los territorios y brinde herramientas para que podamos utilizar nuestros conocimientos científicos para evaluar informaciones y generar opiniones razonadas y fundamentadas sobre temáticas sociales contingentes como la salud, seguridad, medio ambiente, ciencia y tecnología, entre otras, nos hemos propuesto como meta el desarrollo de un libro colectivo sobre investigaciones y experiencias destacables en el ámbito de la educación científica en Chile, en la que socios/as y amigos/as de la SChEC relataran sus experiencias en el aula de primaria, secundaria, educación superior o formación del profesorado en ciencias.

Este libro nos invita a realizar una reflexión a partir de las investigaciones e innovaciones desarrolladas en nuestro país, para proyectar oportunidades y desafíos que nos permitan seguir aportando en pro de la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias. El contenido de este libro se organiza a través de los siguientes capítulos:

En el primer capítulo *César Piñones y Matías Garrido* documentan una innovación en educación científica, bajo la temática de la ornitología colaborativa-escolar e inmersa en el enfoque del aprendizaje basado en proyectos, donde un grupo de estudiantes elaboró una propuesta de desafío ornitológico dirigido a la comunidad chilena de observadores de aves. Esta experiencia permite reflexionar en torno a las implicancias pedagógicas de este proceso y las potencialidades de la ornitología escolar para promover una ciencia más participativa y que contribuya a la alfabetización científica.

En el segundo capítulo *Marjorie Ibacache* nos presenta una propuesta de enseñanza y aprendizaje implementada en un contexto educativo regional y de educación técnico-profesional, la cual se centró en el fenómeno de la explotación minera y la química industrial, con la intención de promover el pensamiento crítico de los/as estudiantes y la toma de decisiones en relación al cuidado del medio ambiente. Los resultados demuestran la capacidad de los/as estudiantes de utilizar su conocimiento científico para comunicar y alfabetizar a la comunidad educativa sobre los depósitos de relave.

En el tercer capítulo *María Magdalena Aguilera* documenta los resultados de la implementación de una propuesta que pretende fomentar la creatividad y la reflexión en la formación inicial de docentes de Física y Matemática; a través de la vivencia de experiencias performáticas y la utilización de elementos de las artes escénicas. Los resultados muestran que el lenguaje y la corporalidad que se desplegaron en estos contextos contribuyeron en la promoción del aprendizaje de los/as futuros docentes.

En el cuarto capítulo *Sandra Castro, Lorena Garrido y Cristian Aguilar* nos dan a conocer una experiencia interdisciplinaria entre artes y ciencias ejecutada en un contexto de formación inicial de docentes de Educación Parvularia, cuya finalidad era promover el desarrollo de sus habilidades de pensamiento científico y brindar una experiencia práctica útil para su próximo quehacer docente en la formación de ciencias en niños entre 3 y 6 años de edad. Dentro de los resultados se destaca el valor que dan las maestras a esta experiencia desde la perspectiva de la estrategia didáctica utilizada y la promoción de la alfabetización científica que les brindó.

En el quinto capítulo *Consuelo Álvarez, María José Arenas, Javier Alfaro, Daniela Medina y María Soledad Saavedra* nos presenta una estrategia educativa diseñada para ciencias para la ciudadanía basada en el análisis de controversias socio-científicas y que incorpora el enfoque de género y el reconocimiento de las emociones hacia las ciencias como elementos claves para favorecer los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias en el aula secundaria. Desde el análisis de una implementación piloto este capítulo nos permite reflexionar sobre la relevancia del diseño de propuestas integrales que promuevan valores y actitudes favorables hacia las ciencias.

En el sexto capítulo *Eduardo Ravanal* propone un modelo de desarrollo profesional (MDP) para dinamizar los tránsitos del pensamiento docente cuando, colaborativamente, reflexiona y razona sobre su actividad profesional. En este capítulo se describe una experiencia con profesores de biología en ejercicio, en la que se evidencia la funcionalidad de la estrategia metodológica *RInDe con-Ciencia* y del MDP para al permitir tránsitos del pensamiento docente de niveles de menor complejidad hacia otros de mayor complejidad.

En el séptimo capítulo *Marianela Navarro, Gabriel Icekson, María Trinidad Sánchez, Patricia Moreira y Christine Yeomans* nos dan a conocer el rediseño de un modelo formativo en ciencias naturales para la formación inicial de docentes de ciencias de primaria, el cual surge desde la colaboración, análisis y reflexión de un equipo de formadores. Esta propuesta pretende proveer herramientas de calidad a los docentes en formación desde la interdisciplinariedad y la reflexión continua de sus procesos. Este capítulo busca abrir la discusión y el análisis crítico de la formación del profesorado de educación primaria en ciencias naturales que ofrecen las universidades.

En el octavo capítulo *Carolina Severino-Cabrera y Ximena Sánchez-Segura* nos dan a conocer una estrategia para promover una educación no sexista en el aula. A través de talleres en los que participaron docentes, apoderadas, estudiantes y especialistas, se observaron cambios en el conocimiento referidos a la importancia del uso de un lenguaje inclusivo no sexista y el reconocimiento de la existencia de estereotipos de género a los que deberíamos atender para promover un aula de ciencias más inclusiva.

En el noveno capítulo *Sandra Araya-Crisóstomo, Juan Luis Guevara y María Elizabeth Pérez* nos dan a conocer un estudio sobre estilos de aprendizaje de estudiantes universitarios de Pedagogía en Ciencias y su relación con la variable de rendimiento académico. Los resultados mostraron predominancia por el estilo de aprendizaje divergente de los estudiantes, lo que nos permite abrir la discusión en torno a las estrategias metodológicas que deberían estar presentes en la formación de los futuros profesionales.

En el décimo capítulo *Clargina Monsalve, Bárbara Ossandón, Dánae Arias, Camila Villegas y Gonzalo Abarca* nos relatan una experiencia desarrollada durante la pandemia en una Escuela Hospitalaria de Santiago, en el multigrado (7.º y 8.º básico) utilizando el Modelo *STEAM integrado* para abordar la enseñanza de la multiplicación. Esta propuesta pretendía fomentar la motivación por el aprendizaje de la matemática y para ello utilizó el contexto del legado de la cultura Maya para relacionar la matemática, geometría, geografía, historia, entre otros elementos, en un diseño que nos permite reflexionar sobre todas modalidades educativas que requieren de atención e innovación.

En el onceavo capítulo *Yesenia Quiceno y Catalina Iturbe-Sarunic* nos dan a conocer un intercambio de experiencias en la formación inicial de docentes de ciencias naturales de Colombia y Chile, la cual busca promover la reflexión sobre los problemas y preocupaciones que rodean a los docentes en formación, comunes entre ambos contextos y propios de cada contexto de formación. Este estudio constata que el compartir experiencias con otros pares puede aliviar la presión sobre las expectativas del desempeño que estos se generan sobre el ejercicio profesional.

En el doceavo capítulo *Viviana Villarroel-Cárdenas y Katerin Arias-Ortega* presentan resultados de una investigación que da a conocer saberes y conocimientos educativos indígenas posibles de incorporar a la educación escolar, para repensar la educación científica en niños y jóvenes mapuches. Las autoras dan cuenta de métodos, contenidos y finalidades educativas indígenas posibles de articular con los contenidos escolares en las prácticas de enseñanza y aprendizaje. Y nos invitan a reflexionar sobre la implementación de un enfoque educativo intercultural que minimice el racismo científico que prevalece en el sistema educativo escolar.

En el treceavo capítulo *Cristian Merino y Germán Ahumada* caracterizan los niveles de representaciones de estudiantes de secundaria sobre las leyes que gobiernan el movimiento de la Tierra alrededor del sol, luego de participar de una Secuencia de Enseñanza y Aprendizaje que abordaba las Leyes de Kepler a través del uso de realidad aumentada. Se observa que esta experiencia favoreció el progreso de los niveles de representación de los estudiantes y que el uso de la realidad aumentada en contenidos disciplinares complejos puede favorecer el desarrollo de habilidades científicas.

Esperamos que este libro sea el primero de una colección de experiencias didácticas modélicas e inspiradoras para todos aquellos que trabajamos en el ámbito de la educación científica y que nos invite a reflexionar sobre nuestras propias prácticas docentes,

mostrándonos que es posible realizar cambios en nuestros propios contextos y brindar oportunidades de aprendizaje de calidad y equitativas, que integren conocimientos disciplinares, habilidades y actitudes, a nuestros estudiantes, para aproximarnos a la tan anhelada alfabetización científica para toda la ciudadanía.

Margarita Aravena Gaete
Organización de los Estados Iberoamericanos

Macarena Soto Alvarado
Pontificia Universidad Católica de Chile

CAPÍTULO 1

UN DESAFÍO ORNITOLÓGICO COMO OPORTUNIDAD PARA ACERCAR A ESCOLARES A LA CIENCIA COLABORATIVA

César Piñones^{1,2} · Matías Garrido¹
cesarpinones@redobservadores.cl · matias.garrido@uv.cl

¹Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile (ROC)

²Sociedad Chilena de Educación Científica (SChEC)

Resumen: Se documenta una innovación en educación científica, bajo la temática de la ornitología colaborativa, en la cual participaron cinco alumnas del Liceo Sagrado Corazón de Copiapó, Chile. La experiencia se implementó en 2021 a través de clases virtuales sincrónicas. La propuesta pedagógica se fundó en seis principios analizadores de la enseñanza bajo el enfoque de proyectos. Se consideraron 13 objetivos de aprendizaje de las asignaturas de Biología de los Ecosistemas y Ciencias para la Ciudadanía, los cuales fueron nuclearizados en torno al estudio de la Tenca de alas blancas (*Mimus triurus*), una especie de ave sobre la cual existen vacíos de información en relación con sus desplazamientos a Chile. A partir del estudio de la literatura ornitológica y eBird, las estudiantes elaboraron una propuesta de desafío ornitológico dirigido a la comunidad chilena de observadores de aves y ampliaron lo planificado con nuevos desempeños. Se analizan las implicancias pedagógicas de dicho proceso, con el objetivo de compartir con otros educadores las potencialidades de la ornitología escolar, como promotora de jóvenes involucrados en el desarrollo de una ciencia más participativa, lo que en definitiva contribuye a la alfabetización científica de las actuales generaciones de estudiantes y la comunidad en su conjunto.

Palabras clave: Enseñanza de ciencias básicas, educación a distancia, aprendizaje activo, ciencia abierta, ornitología.

1. Introducción

En la actualidad seguimos teniendo vacíos de información con respecto a la vida silvestre con la que co-habítamos. La ornitología, como disciplina no escapa a dicha situación, existiendo un importante desconocimiento de aspectos básicos sobre la biología y ecología de un número significativo de las aves que ocurren en el territorio nacional. Pruebas de aquello se recogen en el Atlas de las Aves Nidificantes de Chile, el más reciente compendio de la historia natural de las aves nacionales (Medrano et al., 2018). En particular, quedó claro tras su publicación que la migración, por ejemplo, de aves a través de una ruta transandina hacia nuestro país,

sigue siendo objeto de debate dentro de la comunidad de ornitólogos y observadores de aves en Chile, develándose más dudas que certezas.

En dicho contexto, destaca el caso de la Tenca de alas blancas (*Mimus triurus*). Su distribución en Chile atribuible a desplazamientos post-reproductivos desde el lado oriental de la Cordillera de Los Andes ha sido objeto de una larga discusión dentro de la comunidad científica (Goodall et al., 1946; Jaramillo, 2005). De manera más reciente, Martínez y González extienden la distribución de los erráticos avistamientos en Chile desde Arica a Aysén (Martínez y González, 2017). Por su parte, Howell y Schmitt la limitan al norte y centro de Chile, principalmente entre Antofagasta y Maule (Howell y Schmitt, 2018). Azócar y Pinto (2014) y Martínez y González (2017), sostienen que los reportes dispersos en el país han ido en aumento al menos desde 2005, probablemente por la mayor cantidad de observadores de aves en terreno, lo que incluso ha permitido encontrar evidencias de su reproducción en áreas cordilleranas del norte del país (Garrido y Barros, 2018).

Como bien advertían Azócar y Pinto (2014), la masificación de la observación de aves como pasatiempo en Chile, ha tenido como consecuencia la positiva sinergia entre el trabajo de los científicos profesionales y los observadores voluntarios a través de una ciencia colaborativa. En este sentido, el uso de herramientas tecnológicas de libre acceso como eBird (www.ebird.org), permiten actualmente responder de manera más acabada, preguntas sobre distribución y migración de las aves chilenas (Tejeda y Medrano, 2018). Este nuevo escenario que abre la ornitología ciudadana del siglo XXI debería no sólo interpelar a la comunidad académica a crear vínculos con los observadores de aves no científicos, sino que también al profesorado en ciencias naturales, en vista de las oportunidades de involucrar a alumnos y alumnas en procesos de construcción participativa de conocimiento.

Aquello, encuentra un correlato tempranamente en el currículum chileno, dado que las Bases Curriculares de primero a sexto básico, persiguen una alfabetización científica entendida como una determinada manera de pensar, fundada en la

capacidad de que los estudiantes apliquen en su vida los conocimientos y las habilidades aprendidas, haciéndose preguntas sobre los fenómenos y obteniendo conclusiones basadas en la evidencia (MINEDUC, 2018). Esta idea de alfabetización científica es expandida en el currículum de los cursos superiores, adquiriendo tintes más críticos sobre la actividad científica e invitando a los estudiantes y sus profesores a construir conocimiento en conexión al contexto social (Guerrero y Torres-Olave, 2020). Al respecto, durante los últimos años gracias al ecosistema de ciencia escolar existente en Chile (p.ej. Programa Explora, Museo de Historia Natural, Revista Brotes Científicos de la USACH) y el acompañamiento que han realizado a equipos de profesores y sus alumnos, las propias escuelas como también ONGs y centros de investigación, se han ejecutado y publicado varias decenas de proyectos de ciencia escolar, los cuales en su conjunto son buenos ejemplos de la materialización de una educación científica para la acción (Hodson, 2013). En particular, el estudio escolar de las aves se ha realizado desde disciplinas como la zoología y la ecología y también desde las ciencias sociales (véase repositorio de artículos en www.brotescientificos.usach.cl).

En esta misma línea, en 2021 se desarrolló con un grupo de escolares de la ciudad de Copiapó en el norte de Chile, una innovación pedagógica bajo el formato proyecto de producto (Anijovich y Cappelletti, 2020; Anijovich y Mora, 2021). Los objetivos de aprendizaje de la innovación se alinearon con lo propuesto por Furman y Podestá (2011), en relación con una visión de la ciencia como producto y como proceso, buscando que las estudiantes pudieran aproximarse al fenómeno de la migración de las aves e historia natural de la Tenca de alas blancas, junto con formular una pregunta y objetivos de investigación y describir los datos de disponibles para la especie en la literatura y la plataforma eBird. Tal proceso tuvo como resultado el planteamiento de un desafío ornitológico sobre esta ave, atendiendo al débil conocimiento sobre sus desplazamientos en Chile.

Junto con describir y analizar el desarrollo y los resultados de esta innovación, el presente capítulo tiene como objetivo recuperar y compartir las decisiones pedagógicas que estuvieron a la base de dicho proceso de investigación escolar,

buscando motivar a otros profesores a incorporar a las aves como fuente de reflexión didáctica y alfabetización científica en el nivel primario y secundario.

2. Planificación

Desde abril de 2021 a diciembre de 2021, se trabajó una experiencia piloto bajo la modalidad academia extracurricular multigrado, con un grupo de cinco estudiantes de 13 a 17 años de los cursos octavo básico (2 alumnas), segundo medio (2 alumnas) y tercero medio (1 alumna) del Liceo Sagrado Corazón de Copiapó, Región de Atacama, Chile. El grupo de estudiantes se conformó a partir de una invitación dirigida a cada alumna, dado su interés por las ciencias y alta participación demostrado en las clases online de las asignaturas de ciencias naturales.

La academia se adscribió a la iniciativa Núcleos Educativos de la Universidad de Atacama durante el primer semestre de 2021 y a los Clubes de Investigación e Innovación Escolar (IEE), a través del Proyecto Asociativo Regional Explora de la misma casa de estudios. Dada la contingencia sanitaria por COVID-19 de ese año, la totalidad de las reuniones de trabajo se realizaron en formato online, utilizando la plataforma Meet en un horario posterior a la jornada escolar regular (jueves de 17:00 a 18:30 horas), totalizando un total de 30 sesiones de trabajo sincrónico. Como repositorio de documentos y demás materiales de aprendizaje, se habilitó un salón virtual en Classroom. Cabe consignar que se realizaron menos sesiones de las que por calendario escolar correspondían, atendiendo a contingencias que surgieron durante el año, tales como cuarentenas o choques con pruebas y trabajos de las estudiantes. Con esto se buscó no sobrecargar el trabajo virtual de las alumnas y con ello evitar deserciones anticipadas.

3. Implementación

En vista de lo anterior, en este apartado se describe la implementación de la innovación y se entregan detalles de las decisiones pedagógicas asociadas a los objetivos de la propuesta, considerando la propuesta de Anijovich y Cappelletti (2020) para el desarrollo de proyectos escolares. Las autoras establecen seis

principios, que pueden ser tomados por los docentes como analizadores de sus propuestas de enseñanza. Dada su profundidad, estos permiten contener los matices y reconfiguraciones de una planificación didáctica, derivadas de la puesta en práctica de iniciativas con alumnos y contextos reales, que, en este caso, estuvo fuertemente influenciado por la pérdida de presencialidad por efecto de la pandemia.

A continuación, se desarrollan cuatro de los seis principios y los dos últimos se incluyen en el apartado de resultados.

Principio 1: Referencias curriculares

Este principio dialoga con la idea de que “el proyecto tiene una intencionalidad pedagógica en términos de la enseñanza y también del currículum en el que se contextualiza” (Anijovich y Cappelletti, 2020, p. 103). Por ello, en sintonía con la intención de desarrollar competencias científicas en las alumnas, se tomaron como referencia objetivos de aprendizaje tanto disciplinares, de habilidades y actitudinales correspondientes a las asignaturas de Ciencias para la Ciudadanía y Biología de los Ecosistemas, las cuales se dictan para tercero y/o cuarto medio dentro del currículum chileno. Ambas asignaturas relevan el trabajo con proyectos, el enfoque para una ciudadanía digital (MINEDUC, 2019) y promueven una alfabetización científica crítica para el estudiantado (Guerrero y Torres-Olave, 2020), aspectos que imbrican con una ornitología ciudadana y del siglo XXI como se señaló en la introducción.

Particularmente, uno de los propósitos formativos de la asignatura Ciencias para la Ciudadanía es promover en los estudiantes la práctica de la investigación científica para generar propuestas de soluciones creativas y viables a problemas o preguntas que puedan afectar a las personas, sociedad y el ambiente (MINEDUC, 2019). Por su parte, la asignatura de Biología de los Ecosistemas tiene entre sus metas, la profundización de habilidades científicas que permitan a los estudiantes entender y relacionarse con el mundo que los rodea, comprendiendo la importancia de la biodiversidad (MINEDUC, 2019).

La conjunción de estos componentes curriculares, permitieron establecer vasos comunicantes con la perspectiva disciplinar que, en el campo de la historia natural, fue desarrollada para el Atlas de las Aves Nidificantes de Chile (Medrano et al., 2018). En dicha publicación, se subraya la importancia de plantearse y resolver preguntas sobre nuestra biodiversidad, como forma de atender de manera oportuna a los desafíos ambientales del presente y futuro próximo, buscando mitigar los efectos negativos que nuestras acciones están teniendo en la propia vida silvestre y nuestras sociedades. En vista de aquello, se siguieron las orientaciones pedagógicas para un currículum de emergencia realizadas por el Colegio de Profesores de Chile (véase www.revistadocencia.cl/sitio/orientaciones-pedagogicas/), realizando una nuclearización de estas dos asignaturas, bajo la perspectiva de un tema común, para una misma secuencia de actividades, en este los desplazamientos de la Tenca de alas blancas a Chile. En concreto, los 13 objetivos de aprendizaje nuclearizados según su ámbito competencial se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1. Objetivos de Aprendizaje (OA) de las asignaturas de Biología de los Ecosistemas y Ciencias para la Ciudadanía (MINEDUC, 2019), nuclearizados por su afinidad con el tratamiento pedagógico de la historia natural de la Tenca de alas blancas en Chile. Elaboración propia.

OA Disciplinarios:
Biología de los Ecosistemas. OA 5 Valorar la importancia de la integración de los conocimientos de la biología con otras ciencias para el análisis y la propuesta de soluciones a problemas actuales presentes en sistemas naturales, considerando las implicancias éticas, sociales y ambientales.
Ciencias para la Ciudadanía. OA 2 Diseñar proyectos locales, basados en evidencia científica, para la protección y utilización sostenible de recursos naturales de Chile, considerando eficiencia energética, reducción de emisiones, tratamiento de recursos hídricos, conservación de ecosistemas o gestión de residuos, entre otros.
OA de Habilidades:
Planificar y conducir una investigación. OAH a. Formular preguntas y problemas sobre tópicos científicos de interés, a partir de la observación de fenómenos y/o la exploración de diversas fuentes. OAH b. Planificar y desarrollar investigaciones que permitan recoger evidencias y contrastar hipótesis, con apoyo de herramientas tecnológicas y matemáticas.
Analizar e interpretar datos. OAH c. Describir patrones, tendencias y relaciones entre datos, información y variables.

OAH d. Analizar las relaciones entre las partes de un sistema en fenómenos y problemas de interés, a partir de tablas, gráficos, diagramas y modelos.

Construir explicaciones y diseñar soluciones.

OAH e. Construir, usar y comunicar argumentos científicos.

Habilidades y Actitudes para el Siglo XXI:

Maneras de pensar.

OAA 01. Pensar con perseverancia y proactividad para encontrar soluciones innovadoras a los problemas.

OAA 04. Pensar con flexibilidad para reelaborar las propias ideas, puntos de vista y creencias.

Maneras de trabajar.

OAA 08. Trabajar colaborativamente en la generación, desarrollo y gestión de proyectos y la resolución de problemas, integrando las diferentes ideas y puntos de vista.

OAA 09. Trabajar con responsabilidad y liderazgo en la realización de las tareas colaborativas y en función del logro de metas comunes.

Herramientas para trabajar.

OAA 13. Interesarse por las posibilidades que ofrece la tecnología para el desarrollo intelectual, personal y social del individuo.

OAA 14. Valorar las TIC como una oportunidad para informarse, investigar, socializar, comunicarse y participar como ciudadano.

OAA 15. Actuar responsablemente al gestionar el tiempo para llevar a cabo eficazmente los proyectos personales, académicos y laborales.

Principio 2: Situaciones desafiantes

Uno de nosotros (MG) había trabajado en la elaboración de la ficha de la Tenca de alas blancas para el Atlas de las Aves Nidificantes de Chile (Garrido y Barros, 2018), con lo cual las ganas de avanzar en el desarrollo de una nueva etapa en el estudio de la especie cobraba especial motivación. Seguidamente, el contexto copiapino resultaba de interés, dada la presencia del otro miembro del equipo pedagógico (CP) en un establecimiento de la ciudad y los nuevos avistamientos de la especie en las cercanías del radio urbano de Copiapó (Opazo y Guggiana, en eBird, 2021). A esto se sumaba el importante hecho de que sólo las alumnas de enseñanza media (tres estudiantes) tenían experiencias previas en proyectos de ciencia escolar y tecnología. Las dos estudiantes de octavo básico sólo tenían un contacto preliminar en su primera infancia, con el trabajo extracurricular en ciencias.

Ninguna de las cinco alumnas había trabajado un proyecto con aves durante su trayectoria académica.

Lo anterior estableció un correlato con lo indicado por Anijovich y Capelletti (2020), en el sentido de que los docentes deben ser capaces de involucrar a los estudiantes con el conocimiento y la acción, promoviendo situaciones que puedan interpelarlos a través de una situación problema, en este caso el estatus de la Tenca de alas blancas en Chile, o de preguntas dilemáticas en las cuales se deba recurrir a situaciones auténticas de respuesta no sencilla, como ¿de qué manera podríamos mejorar el conocimiento que tenemos sobre esta especie en Chile? Con estos ingredientes sobre la mesa, se propuso a las alumnas involucrarse en el estudio de esta ave, cuestión que aceptaron con motivación y responsabilidad, como se detallará en los próximos apartados en términos de sus desempeños. Esto permitió darle un carácter propio a la innovación, respondiendo como se detallará más adelante, a un modelo más bien espiralado que lineal en su desarrollo, en el que el producto final no estuvo definido con claridad desde el comienzo, volviéndose sobre el diseño y la pregunta definida al principio para su reinterpretación (Anijovich y Capelletti, 2020).

En el contexto de los talleres del primer semestre de 2021 de la iniciativa Núcleos Educativos de la Universidad de Atacama, las estudiantes participaron de 9 sesiones virtuales en dónde se abordaron aspectos metodológicos de la investigación científica, medio ambiente, tecnología e innovación y revisión de proyectos. Dichas instancias se complementaron con las actividades propias de la academia. Al solicitar que las alumnas pudieran revisar distintas fuentes ornitológicas, se buscó que identificaran información previa sobre las aves del género *Mimus* y detectaran de manera guiada, el conflicto que existía con respecto a los desplazamientos de la Tenca de alas blancas y desde allí plantear preguntas científicas sobre el estatus de la especie en Chile. Posteriormente, a partir de las pautas para elaborar preguntas investigables que exponen Arango et al. (2009), estas primeras interrogantes, fueron condensadas en una única pregunta de investigación.

Si bien durante los primeros meses de 2021, no existió necesariamente una correlación temporal entre las actividades de la iniciativa Núcleos Educativos y las clases en línea de la academia, en la Tabla 2 se muestran las principales instancias en las que se vieron involucradas las estudiantes y los principales desempeños logrados por ellas en las clases.

Tabla 2. Descripción de las actividades y productos y desempeños desarrollados por las estudiantes durante la implementación de la innovación en el primer semestre de 2021. Elaboración propia.

Taller Núcleos Educativos UDA	Actividades Academia de Ciencias	Desempeños o Productos obtenidos
Metodología de la investigación	Estudio de la Tenca de alas blancas a partir de la lectura de guías de campo sobre aves de Chile y el Atlas de las Aves Nidificantes de Chile.	Elaboración de Mapas mentales a modo de resúmenes de lectura.
Patrimonio Historia, Sociedad	Lectura de artículos científicos sobre la migración de aves a través de una ruta trasandina.	Fichas resumen de lectura utilizando el método Cornell.
Metodología de la investigación	Formulación de inquietudes científicas (Ic) o interrogantes sobre la historia natural y desplazamiento de la Tenca de alas blanca a Chile.	Ic: ¿Es la Tenca de alas blancas una especie errante en Chile? o ¿es especie migratoria? ¿En qué localidades se puede observar?
Metodología de la investigación	Formulación de pregunta investigable (P) y objetivo de investigación (OI).	P: ¿Cómo varían los registros de Tenca de alas blancas en Chile, a lo largo de las diferentes estaciones de un ciclo anual? OI: Evaluar el estatus de la Tenca de alas blancas en Chile, por medio de sus localidades de registro y estacionalidad de los avistamientos.
Medio ambiente y sociedad	Lectura de textos científicos y videos sobre ornitología colaborativa.	Discusión sobre las implicancias de lo expuesto en los textos científicos y videos seleccionados.
Tecnología e innovación	Dos talleres de uso de eBird con asesor de la Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile (ROC)	Ejercicios en línea de búsqueda de datos ornitológicos sobre las tres especies del género <i>Mimus</i> en Chile, en la plataforma eBird.

Género, interculturalidad, derecho y ciudadanía	Conversatorio con socia y directora de la Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile (ROC)	Dibujos sobre las niñas y mujeres científicas y discusión de sus implicancias, frente a una actividad ornitológica mayormente masculina.
Laboratorio levantamiento de información	Dos talleres de uso de eBird con asesor de la Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile (ROC)	Trabajo personal en la plataforma eBird, buscando datos sobre la Tenca de alas blancas.
Consulta proyectos ciencias naturales	Revisión de lo trabajado hasta la fecha con asesora de Núcleos Educativos.	Evaluación grupal de la factibilidad de desarrollar la investigación.

Conviene subrayar que la etapa de formulación de inquietudes científicas y redacción de una pregunta investigable y objetivos de trabajo tomó cuatro clases en línea, más un taller de la iniciativa Núcleos Educativos. En palabras de Domènech (2022), se buscó que las alumnas pudieran establecer a partir de preguntas, diálogos con los textos, es decir, con lo que se sabe sobre la historia natural de las aves del género *Mimus* en Chile y particularmente con lo que no sabemos para la Tenca de alas blancas. Resultó clave para la retroalimentación de las propuestas de las estudiantes el grupo WhastApp de la academia, en donde se alojaron los comentarios escritos y por audio de los docentes. Con esta especial dedicación de tiempo, se buscó también acercar a las alumnas a la idea de que ellas mismas podían ser protagonistas de un proceso de generación de ideas (Furman y Podestá, 2011), en este caso en el campo de la ornitología, relevando con ello la ciencia como un proceso de búsqueda.

Principio 3: Trabajo consensuado y flexible

Como se indicó en la Tabla 2, se realizó una primera revisión de fuentes secundarias, particularmente guías de campo de aves (p.ej. Jaramillo, 2005; Martínez y González, 2017). Estas fuentes al presentar la información en un lenguaje accesible a personas no científicas, resultó clave para introducir a las alumnas en el estudio de la Tenca de alas blancas. En una segunda etapa, se trabajó con fuentes primarias, recopilando artículos digitales publicados en revistas ornitológicas (p.ej. www.lachiricoca.cl), los que fueron obtenidos a partir del

buscador Google Académico y portales web especializados en historia natural (p.ej. www.biodiversitylibrary.org/). Para la búsqueda de datos para las especies del género *Mimus* en la plataforma eBird, se siguieron las orientaciones de Medrano y Tejeda (2017). Cabe detenerse en el hecho, de que una alumna aprendió a utilizar eBird, creando una cuenta personal desde la cual aportó con observaciones realizadas en sus tiempos libres, aquello lo compartió durante las sesiones con sus compañeras, lo que fue instalando un clima de aprendizaje diferente al que el equipo pedagógico había previsto.

Más en detalle, este hecho se constituyó en un punto de inflexión dentro del desarrollo de la innovación, dado que hizo virar el trabajo de la academia, desde una investigación descriptiva de análisis de los datos en eBird para la Tenca de alas blancas, a un quehacer relacionado con la capacidad de comunicar la motivación que puede generar el observar aves y resolver además un misterio científico, en un formato de desafío ornitológico. Como se ha señalado en los apartados anteriores, el referente disciplinar de esta innovación fue la perspectiva que otorga la ciencia ciudadana en ornitología. Al respecto, desde 2020 la Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile, ha planteado una serie de desafíos ornitológicos a la comunidad profesional y aficionada, los cuales buscan resolver de manera colaborativa, parte de las antiguas y nuevas interrogantes sobre la historia natural de las aves de Chile. Para el año de implementación de la innovación en Copiapó (2021), se habían elaborado sólo 14 de estos desafíos, siendo 100 la ambiciosa meta a lograr.

Anijovich y Mora (2021), destacan que la metodología de proyectos permite a los estudiantes analizar y evaluar alternativas. De ahí que, la atención a sus intereses y particularmente la evaluación de la factibilidad de desarrollar una investigación escolar en ciencias naturales de manera tradicional bajo el contexto de pandemia, hizo vislumbrar la posibilidad de redactar junto con ellas el desafío ornitológico número 15, teniendo a la Tenca de alas blancas como objeto de estudio. Se evaluó como positivo este cambio, dado que la posibilidad de construir un desafío ornitológico permitía no sólo integrar de manera novedosa la descripción de

información ornitológica, sino que también relevaba la narración de algo por dilucidar, siendo ambas habilidades, el primer paso para organizar el pensamiento sobre los fenómenos (Domènech, 2022). En este punto, la tarea docente, adquirió las características de acompañamiento y orientación (Anijovich y Cappelletti, 2020), buscando amalgamar talentos e inquietudes de las alumnas con los objetivos de aprendizaje previamente nuclearizados, permitiendo que otros objetivos no priorizados también se acoplaran al proceso, tal como se detallará en lo referido a la materialización de los dos principios 4 y 5. Dicho acompañamiento se desarrolló en el marco de los Clubes de Investigación e Innovación Escolar (IEE), que para 2021 se ejecutaron principalmente durante el segundo semestre del año escolar. Los detalles del proceso formativo se describen a continuación.

Principio 4: Evaluación formativa

Considerando que toda la mediación de los aprendizajes se realizó durante las sesiones en línea por Meet, se optó por centrar el proceso de construcción del desafío ornitológico, bajo el enfoque de la evaluación formativa. Esto se realizó a través diálogos reflexivos, los cuales buscaron “orientar la reflexión sobre los desempeños y las producciones, identificando los obstáculos en el recorrido y los modos de abordarlos” (Anijovich y Cappelletti, 2021, p. 90). Cabe destacar, que el trabajo con plantillas con ejemplos de conectores de discurso, se transformó en una herramienta relevante, dado que permitió a las estudiantes ordenar y dar inicio, desarrollo y término a las ideas provisorias que luego se incorporarían a sus narraciones. En base a la revisión realizada por Anijovich y Cappelletti (2020), se lograron construir una serie de acciones o momentos de implementación de cinco estrategias promotoras de evaluación formativa (Tabla 3).

Tabla 3. Descripción del desarrollo pedagógico de cinco estrategias (Anijovich y Cappelletti, 2020), vinculadas a la evaluación formativa, durante la ejecución de la innovación en el segundo semestre de 2021. Elaboración propia.

Estrategia	Acciones o momentos de puesta en práctica
1. Dialogar con los estudiantes para clarificar, compartir y favorecer la	Se buscó la comprensión del trabajo por proyectos, las implicancias de una investigación científica escolar y la adaptación a los cambios del proceso. La discusión

comprensión de los objetivos de aprendizaje y los criterios de evaluación.	también se centró en los fines de un desafío ornitológico de carácter público.
2. Diseñar en las clases debates, preguntas y tareas que provean evidencias de aprendizaje sin necesidad de realizar instancias únicas de evaluación, aquellas que conocemos como “pruebas”.	Se solicitó a las estudiantes que, tras la lectura de la bibliografía, desarrollaran diferentes organizadores gráficos con la síntesis temática de cada texto. Dichos organizadores fueron los mismos que durante las clases regulares de ciencias naturales y biología, las alumnas debían aprender. Se buscó con ello propiciar la transferencia.
3. Ofrecer a los estudiantes retroalimentación que los ayude a mejorar sus aprendizajes.	Se mostraron a las estudiantes otros desafíos ornitológicos de ciencia colaborativa a modo de modelos de redacción. También a través de las clases en línea y un grupo WhatsApp, se celebraron avances y logros, marcando puntos de éxito en la tarea y se describieron los avances en las producciones.
4. Promover que los estudiantes dialoguen con sus pares y colaboren mutuamente en la resolución de sus tareas.	Se asignaron roles para cada estudiante, en base a sus intereses y capacidad de liderazgo en determinadas tareas, tales como el uso de eBird, para observar los registros de la Tenca de alas blancas, la redacción del desafío por escrito o el uso de programa canvas para el diseño de la cápsula audiovisual.
5. Promover que los estudiantes sean dueños de sus aprendizajes, que definan sus propios objetivos a partir de las metas de aprendizaje previstas.	En la última etapa del proyecto, se dio libertad al equipo de alumnas, para que tomaran decisiones de cómo dar a conocer el proyecto y quienes participarían en la comunicación de resultados al programa Explora de la Universidad de Atacama.

Resulta oportuno indicar, que el equipo docente también vivenció la evaluación formativa. Aquello se logró en reuniones e intercambio de correos electrónicos con asesores de la Universidad de Atacama, lo que permitió la delimitación de la temática en base al devenir de las sesiones, junto con la revisión de los objetivos y de las preguntas derivadas del desarrollo de la academia. Se construyó con esto un rol de “exploradores de los saberes e intereses de los estudiantes, promotores de la transformación posible, buscadores de oportunidades para que los estudiantes comprendan en profundidad, problematizadores de las certezas alcanzadas que obstaculicen el pensamiento crítico, observadores y recolectores de evidencias de

aprendizaje, y guías en lo referido a recursos, herramientas, y referencia a los objetivos de aprendizaje” (Anijovich y Cappelletti, 2020, p. 113).

4. Resultados

Principio 5: Comunicación de resultados

Para el marco conceptual con el que se ha analizado hasta ahora la presente innovación, “comunicar lo que se hizo no consiste simplemente en una presentación para el grupo de pares, o una exposición en clase. Es deseable que se comunique lo realizado a los pares, pero también a otros actores de la comunidad” (Anijovich y Cappelletti, 2020, p. 108). Por ello el trabajo de la academia se materializó vía producciones de aprendizaje preliminares, consolidadas y públicas (Maggio, 2021). Tanto los borradores del escrito del desafío ornitológico “¿Te tinca ir por la Tenca?” como su cápsula audiovisual, fueron revisados a través de discusiones en línea y por WhatsApp, en donde se ofrecieron criterios para la toma de decisiones. Esto permitió refinar la narración y consolidar las ideas científicas asociadas a los desplazamientos de Tenca de alas blancas y valoración de la biodiversidad. Aquello fue una oportunidad de amalgamar los objetivos de aprendizaje disciplinares, de habilidades y actitudes que fueron nuclearizados.

Maggio (2021) advierte que este proceso implica que el profesor establezca un ecosistema de discusión y comunicación pública de los productos. En dicho escenario cobraron importancia actores como la Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile y la Universidad de Atacama, a través de sus programas Núcleos Educativos y Explora, los que brindaron plataformas digitales no sólo para los productos planificados, sino que también para los emergentes, diversificando así las oportunidades de aprendizaje para las alumnas, como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Cruce entre objetivos de aprendizajes abordados de manera emergente durante la ejecución de la innovación y las evidencias de desempeño de las estudiantes. Elaboración propia.

Habilidades y Actitudes para el Siglo XXI	Evidencias observadas en los desempeños de las estudiantes
OAA 07. Pensar con apertura hacia otros para valorar la comunicación como	Participación de las estudiantes en el Festival online temporada de apertura de observación

una forma de relacionarse con diversas personas y culturas, compartiendo ideas que favorezcan el desarrollo de la vida en sociedad.	de aves en Patagonia. Detalles de la intervención de las estudiantes en Redobservadores (2021).
OAA 11. Trabajar con autonomía y proactividad en trabajos colaborativos e individuales para llevar a cabo eficazmente proyectos de diversa índole.	Desarrollo por parte de las alumnas, de más actividades asincrónicas que sincrónicas durante el segundo semestre de 2021. Definición por parte de las alumnas de una dupla para representar al equipo en instancia de socialización de la Universidad de Atacama.
OAA 17. Perseverar en torno a metas con miras a la construcción de proyectos de vida y al aporte a la sociedad y al país con autodeterminación, autoconfianza y respeto por uno mismo y por los demás.	Participación de las estudiantes en la elaboración (rol en algunos aspectos de la redacción y revisión) de un artículo para la revista Brotes Científicos.

En concreto, la propuesta ornitológica elaborada por las estudiantes tanto de manera escrita como audiovisual puede ser consultada en el apartado “100 desafíos ROC” del sitio web de la Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile (véase <https://www.redobservadores.cl/?p=6630>), como también en la revista Brotes Científicos, en donde se encuentra un artículo con el detalle de la investigación bibliográfica (Aillón et al., 2022). ¿De qué manera el desafío ornitológico da cuenta de la concreción de los objetivos de aprendizaje definidos para la innovación? Inicialmente, el equipo pedagógico estableció como objetivos básicos, el que las alumnas pudieran concretar una aproximación al fenómeno de la migración de las aves e historia natural de la Tenca de alas blancas, junto con la formular una pregunta y objetivos de investigación y describir los datos de disponibles para la especie en la plataforma eBird. A la base de tal decisión pedagógica estuvo la intención de alejarse de una visión de la ciencia como conocimiento acabado y gatillar una inmersión de las estudiantes a lo que Furman y Podestá (2011) denominan los “gajes del oficio científico”, en dónde se aprende de manera guiada a investigar y vivir los aciertos y desaciertos de la actividad científica. Globalmente, las actividades ejecutadas por las alumnas y el

acompañamiento docente durante la redacción del desafío se sintetizan en la Tabla 5.

Tabla 5. Vínculo entre el desafío ornitológico y los desempeños de las estudiantes, a la luz de las acciones docentes y marco de referencia de la ciencia como producto y proceso. Elaboración propia.

Aspectos del desafío ornitológico	¿Qué realizaron las estudiantes?	¿Qué realizó el docente?	Ciencia como producto y/o proceso
Mención de un contexto cercano asociado al problema	Pensar y plantear una situación cotidiana asociada a las aves, que permitiera situar preguntas ornitológicas y un desafío o misterio a resolver.	Ofrecer modelos de desafíos ornitológicos. Discutir con las estudiantes la importancia de los fenómenos y la observación en ciencias	Ciencia como producto y como proceso
Descripción de las especies del género <i>Mimus</i>	Síntesis de información científica consultada en fuentes primarias y secundarias.	Disponer de fuentes de información científica.	Ciencia como producto
Planteamiento del problema científico asociado a <i>Mimus triurus</i>	Reconocer vacíos de información o “zonas opacas” referidas a la historia natural de la Tenca de alas blancas utilizando datos consolidados y nuevos colectados en eBird. Situar la pregunta de investigación en un proyecto.	Gestionar espacios para la discusión con asesores y la utilización de la plataforma eBird, como soporte para observar nuevos datos sobre la Tenca de alas blancas.	Ciencia como producto y como proceso
Descripción del desafío: Una pregunta a responder y un proceso biológico a dilucidar	Visualizar el rol de la ciencia colaborativa como modo de generar conocimiento abierto y participativo. Evaluar y redactar objetivos y metas.	Promover situaciones para la discusión de videos y textos, con los alcances de la ciencia colaborativa y el uso de la herramienta eBird para dichos fines.	Ciencia como proceso.
Elaboración de proyecciones sobre los resultados	Ponderar los alcances de un proyecto y posibles respuestas a la pregunta de investigación.	Mediar el análisis de gráficos, esquemas y otros medios, junto con hacer visible la ruta pregunta-acción-reflexión.	Ciencia como proceso

El marco de referencia que ofrece la consideración de la ciencia como producto y proceso permite también situar los distintos objetivos de aprendizaje del currículum, dentro de una lógica de montaje, en los términos descritos por Anijovich y Capelletti (2020). Las clases bajo esta lógica demandan que sean concebidas como un reto o un desafío que sitúa a los estudiantes en un universo, en este caso el ornitológico, en el cual pueden intervenir y con ello desarrollar sus identidades.

Particularmente la cápsula audiovisual que fue construida por las propias estudiantes con objeto de ilustrar el desafío ornitológico (véase Red observadores, 2022), refleja en buena medida esto, dado que es fruto de una lectura pedagógica del proceso formativo, que permitió alentar y amalgamar talentos individuales en ilustración digital, redacción, oratoria y diseño digital, para elaborar un producto colectivo.

Principio 6: Evaluación del proyecto

Para Anijovich y Cappelletti (2020), la evaluación del trabajo por proyectos supone evaluar conocimientos teóricos y también acciones, productos, trabajo cooperativo, entre otros. Por ello, resultó útil tener a la vista las ventajas que según Anijovich y Mora (2021), los proyectos tienen por sobre estrategias que relegan el protagonismo de los estudiantes. En la Tabla 6, dichas ventajas son planteadas como criterios, dentro de una lista de cotejo comentada.

Tabla 6. Listado de criterios asociados a las ventajas del empleo de la estrategia de proyectos, valorados en función de su concreción durante la ejecución de la innovación. Elaboración propia.

Criterio	Logrado	Parcialmente Logrado	No logrado	Comentarios
1. Alternativas de integración del conocimiento.	X			Las sesiones de las iniciativas Núcleos Educativos y Explora, permitieron síntesis diversas.
2. Inclusión de diferentes actores, espacios y objetos.	X			Miembros de la ROC y la Universidad de Atacama, aportaron con revisiones y

				abrieron oportunidades de divulgación.
3. Uso de diferentes entradas al conocimiento.		X		La ausencia de sesiones presenciales de la academia redujo el repertorio de estrategias para enseñanza y aprender.
4. Fomento de la comprensión y no de la acumulación.	X			Se trabajó un tema de historia natural en profundidad y con un eje temático específico (migración de la Tenca de alas blancas a Chile).
5. Consideración de saberes previos y diálogo con nueva información.			X	La baja frecuencia y acotado tiempo de trabajo bajo una única modalidad (online), limitó el trabajo con saberes de entrada.
6. Conexión de la escuela con su entorno.		X		No se pudo concretar una salida a terreno con las estudiantes.
7. Abordaje de situaciones problemas y alternativas de solución.	X			El desafío ornitológico se divulgó entre observadores de aves vía redes sociales, alentando el uso de eBird para documentar a la Tenca de las blancas.
8. Aliento a la curiosidad y a la investigación.	X			Se exploró un tema nuevo para las estudiantes desarrollando una investigación bibliográfica tipo revisión.
9. Estímulo al trabajo en equipo y colaboración.	X			Un grupo heterogéneo en edades y experiencias académicas pudo organizarse en torno a una meta.
10. Ubicación de los alumnos en situación de diálogo.		X		La virtualidad limitó la mediación de una cultura de aula dialógica, sustentada en el intercambio constante de ideas.
11. Facilitación del involucramiento	X			Se entregaron distintas oportunidades de participación en el proyecto

de los alumnos en el proceso.				junto a otras actividades científicas anexas.
12. Estímulo de habilidades de pensamiento superior.	X			Se intencionó un proceso, que independiente del producto, buscó siempre motivar la capacidad de crear y comunicar.
13. Instalación de procesos de metacognición y autoevaluación.		X		La virtualidad limitó la mediación de una cultura reflexiva, siendo intermitente el uso de estrategias metacognitivas.
14. Integración de la diversidad y estilos de aprendizaje.			X	No conocer en profundidad a las estudiantes, imposibilitó integrar de manera pertinente sus diversos estilos.
15. Estímulo de la autonomía.	X			Se asignaron roles acotados y específicos en determinadas tareas, lo que permitió a las alumnas sumarse con diferentes intensidades.

En vista de que esta innovación no tuvo trabajo presencial con las alumnas, se evaluó el desarrollo de la experiencia bajo los parámetros que son sistematizados y comentados por Furman et al. (2020), en relación con la enseñanza en línea. La evaluación de cada indicador que se muestra en la Tabla 7, se efectuó a partir de la reflexión docente tras cada sesión en línea y la revisión de las conversaciones con las estudiantes alojadas en el grupo WhatsApp de la academia. Como se verá, los logros parciales de algunos de los indicadores responden a limitaciones del equipo docente y emergen como aprendizajes del proceso pedagógico.

Tabla 7. Evaluación del logro de indicadores de una buena enseñanza en línea a partir de lo sistematizado por Furman et al. (2020). Elaboración propia.

Indicador	Logrado	Parcialmente logrado	No logrado	Comentarios
Focalización del aprendizaje en el alumno.	X			Se alentó a las estudiantes a buscar y compartir información y organizar su comunicación.

Colaboración durante el aprendizaje.	X			Se materializó en instancias como la comunicación pública de su experiencia y redacción de ideas y revisión de artículo.
Trabajo en grupo pequeño.	X			Se puso en juego especialmente durante la elaboración del video descriptivo del desafío.
Facilitación de la metacognición.		X		Se permitió gradualmente que las estudiantes tomaran decisiones sobre proyecto. Sin embargo, los andamios para la toma de conciencia de dicho proceso fueron insuficientes.
Interacción docente-alumno		X		Las limitaciones de la no presencialidad se mitigaron a través de la comunicación por WhastsApp. Los andamios para comunicarse fueron insuficientes en ocasiones.

De manera complementaria, durante la sesión de cierre de la academia, se les consultó a las estudiantes por lo más relevante de la experiencia, coincidiendo en destacar el acceso a una nueva disciplina, en este caso la ornitología. Una de las alumnas sostuvo “Lo más importante para mí fue conocer la ornitología y como se investiga la distribución de las aves”, lo que se relaciona con el objetivo de aprendizaje relacionado a la puesta en valor de la biodiversidad. Seguidamente, consultadas por lo que les gustaría que las personas reflexionaran tras ver el video de síntesis del proyecto, las alumnas arribaron a respuestas similares, en función al rol protagónico que puede asumir la ciudadanía en la construcción del conocimiento. Al respecto, los siguientes comentarios de dos de las participantes de la academia, resumen este punto: “Como ciudadano podemos hacer ciencia sin tener que estar desarrollando un proyecto o ser científico” y “Me gustaría que pensarán sobre la

importancia de la influencia ciudadana en el avistamiento de aves y su gran aporte científico”.

¿Qué significa para ti la ciencia tras este proyecto?, fue otra de las preguntas que permitió recoger los impactos de la innovación en términos de habilidades y actitudes. En dicho sentido, una de las estudiantes sostuvo: “La ciencia obtiene un significado más amplio y masivo, en comparación ahora le doy una mayor importancia al recoger datos, analizarlos y divulgar el trabajo en proceso y realizado”. En una reflexión más de contexto, otra integrante de la academia señaló: “La ciencia sin duda es algo muy importante. Debemos tener conocimiento sobre nuestro entorno, los seres vivos que habitan y sobre nosotros mismo”.

5. Reflexiones finales

La ciencia colaborativa en el ámbito ambiental y de las ciencias naturales, tiene entre sus 10 principios el involucrar a las personas y democratizar la ciencia, con miras a ampliar nuestro conocimiento sobre aspectos relevantes de los seres vivos (Acevedo, 2018). La ornitología en particular, al tener como objeto de estudio un grupo de animales carismático y muy accesible a la experiencia de las personas, resulta un terreno fértil para el desarrollo de dichos principios. En un plano escolar, niños y jóvenes pueden ver en esta disciplina una oportunidad para ampliar y contextualizar las capacidades que han adquirido durante sus trayectorias académicas, además de incorporar probablemente una nueva experiencia de aprendizaje a sus vidas. Pueden ellos mismos posicionarse, en palabras de Anijovich y Cappelletti (2020), en el centro de la clase, siendo protagonistas.

De este modo, se alcanzaron nueve de quince criterios asociados a la ejecución de proyectos como estrategia didáctica. La pérdida de presencialidad limitó la interacción profesor-estudiante, pero facilitó a través del acceso a nuevas tecnologías como Meet, la comunicación con asesores y miembros de la comunidad académica. Las propias limitaciones del equipo docente frente a una enseñanza en la virtualidad imposibilitaron una mejor atención a la diversidad, la metacognición y la diversificación de las formas de aprender. Sin embargo, el diseño emergente y flexible del trabajo pedagógico, en términos de las actividades y productos a

elaborar, permitió concretar una ruta pregunta-acción-reflexión (Arango et al., 2009), promotora de una ciencia como producto (el estudio de la historia natural de un ave nativa) y como proceso (la construcción de preguntas, objetivos y el análisis de información científica para el desarrollo de un desafío ornitológico).

El diseño de la enseñanza adoptó características propias, adaptándose a las necesidades derivadas de la emergencia sanitaria, siendo capaz de responder a las opiniones de las estudiantes. Considerando lo expuesto por Anijovich y Capelletti (2020), la presente innovación permitió concebir a las estudiantes como adolescentes situadas en un contexto, portadoras de trayectorias escolares diversas y con intereses variados, pero también comunes, habituadas a los lenguajes multimediales.

Pese al reto que implicó el implementar esta innovación en contexto de virtualidad, se plasmaron los tres objetivos de aprendizaje inicialmente propuesto y se dio pertinencia y se contextualizaron los trece objetivos de aprendizaje nuclearizados al inicio del año escolar. Fruto de la autonomía ejercida por las alumnas, estos se imbricaron con otros tres objetivos de aprendizaje del ámbito actitudinal. Para los docentes, nuclearizar objetivos de aprendizaje en torno a las aves, puede permitir la incorporación de nuevas narrativas al aula, con lógicas diferentes, menos lineales y previsibles. En definitiva, más porosas a lo que los estudiantes también puedan proponer. Aquello implica remirar la labor docente, relevando una enseñanza en base al diálogo sustentando en una cultura y ambiente de aula no amenazador y riguroso (Domènech, 2022) y la co-construcción de producciones con los alumnos y alumnas. Según Maggio (2021), dichas producciones son el motor de las transformaciones del modelo clásico, aquel en donde el estudiante llega al aula para sentarse a esperar que su profesor le enseñe.

Los desafíos ornitológicos son una buena posibilidad para instalar en la escuela una cultura del habla sobre el patrimonio biológico y los fenómenos de la naturaleza, en base al planteamiento de inquietudes científicas y la elaboración de preguntas investigables, de la mano del desarrollo de relatos descriptivos. La utilización de protocolos y andamios como los descritos por Arango et al. (2009) y Domènech

(2022), junto con el método de proyecto analizado para este capítulo, además de permitir la profundización de la presente innovación en venideras experiencias de ciencia escolar, pueden facilitar a otros equipos de docentes, asesores y estudiantes, la elaboración de sus propios desafíos ornitológicos, atendiendo a sus inquietudes personales y territoriales y a las propias zonas grises que siguen existiendo para la historia natural de las aves de Chile. Aquello, permitiría seguir ampliando los beneficios de la práctica de una ciencia ornitológica abierta a los aportes de todos los ciudadanos.

Teniendo a la vista la perspectiva que ofrece una educación científica para la acción (Hodson, 2013), los desafíos ornitológicos pueden ofrecer un buen punto de partida para problematizar con los estudiantes, aspectos de la naturaleza de la ciencia y las relaciones ciencia-tecnología-sociedad-ambiente que subyacen a la ornitología colaborativa. Estas cuestiones no fueron incluidas en este capítulo, pero formaron parte de algunas discusiones con las estudiantes. Finalmente, esperamos que lo narrado, invite a otros colegas a trabajar proyectos escolares con aves y seguir construyendo saber pedagógico en esta materia.

6. Referencias Bibliográficas

- Acevedo, D. (Ed). (2018). *Ciencia ciudadana: Principios, herramientas, proyectos de medioambiente*. Fundación Ciencia Ciudadana y Universidad Autónoma de Chile.
- Aillón, E., Riquelme, J., Alcota, D., Marambio, C. y Casanova V. (2022). La misteriosa presencia de la tenca de alas blancas (*Mimus triurus*) en Chile: Revisión y propuestas para su búsqueda. *Brotos Científicos*, 6(2): 41-50.
- Anijovich, R. y Cappelletti, G. (2020). *El sentido de la escuela secundaria*. Paidós.
- Anijovich, R. y Cappelletti, G. (2021). *La evaluación como oportunidad*. Paidós.
- Anijovich, R. y Mora, S. (2021). *Estrategias de enseñanza: Otra mirada al quehacer en el aula*. Aique.
- Arango, N., Chaves, M.E. y Feinsinger, P. (2009). *Principios y práctica de la enseñanza de ecología en el patio de la escuela*. Instituto de Ecología y Biodiversidad-Fundación Senda Darwin.
- Azócar, M.I. y Pinto, C. (2014). La Tenca de alas blancas (*Mimus triurus*) en Chile. *Boletín Chileno de Ornitología*, 20(1-2): 44-47.

- Domènech, J. (2022). *Mueve la Lengua, que el cerebro te seguirá. 75 acciones lingüísticas para enseñar a pensar Ciencias*. Graó.
- Furman, M. y Podestá, M.E. (2011). *La aventura de enseñar ciencias naturales*. Aique.
- Furman, M., Larsen, M.E. y Weinstein, M. (2020). *¿Cómo seguir enseñando cuando las clases se suspenden por una emergencia?* Documento N° 2. Proyecto Las preguntas educativas: ¿qué sabemos de educación? Buenos Aires: CIAESA.
- Garrido, M. y Barros, R. (2018). Tenca de alas blancas. En F. Medrano., R. Barros, H. Norambuena, R. Matus y F. Schmitt (Eds.). *Atlas de las aves nidificantes de Chile* (pp. 528-529). Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile.
- Guerrero, G. y Torres-Olave, B. (2020). Alfabetización científica y agencia en el currículo chileno: Tensiones y desafíos. En ENCIC, Universidad de Málaga. (Eds.), *1er Congreso Internacional sobre Educación Científica y problemas relevantes para la ciudadanía*. Grupo de Investigación Enseñanza de las Ciencias y Competencias. Universidad de Málaga. Junta de Andalucía.
- Goodall, J.D., Johnson, A.W. y Philipps, R.A. (1946) *Las aves de Chile. Volume 1*. Platt Establecimientos Gráficos.
- Hodson, D. (2013). La Educación en Ciencias como un llamado a la acción. *Archivos de Ciencias de la Educación*, 7 (7): 1-15.
- Howell, S.N.G y Schmitt, F. (2018). *Birds of Chile. A Photo Guide*. Princeton University Press Princeton.
- Jaramillo, A. (2005). *Aves de Chile*. Lynx Edicions.
- Maggio, M. (2021). *Educación en pandemia: Guía de supervivencia para docentes y familias*. Paidós.
- Martínez, D. y González, G. (2017). *Las aves de Chile: guía de campo y breve historia natural*. Ediciones del Naturalista.
- Medrano, F. y Tejada, I. (2017). *Guía para usar eBird en Chile*. Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile y Ministerio del Medio Ambiente.
- Medrano, F., Barros, R., Norambuena, H.V., Matus, R. y Schmitt, F. (2018a). *Atlas de las aves nidificantes de Chile*. Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile.
- MINEDUC (2018). *Bases curriculares primero a sexto básico*. Unidad de Currículum y Evaluación. Gobierno de Chile.

MINEDUC (2019). *Bases curriculares 3° y 4° medio*. Unidad de Currículum y Evaluación. Gobierno de Chile.

Redobservadores. (30 de septiembre de 2021). Festival temporada de apertura de observación de aves en Patagonia, día 2 [Archivo de Vídeo]. Youtube. <https://youtu.be/0ZTQdM0cGX0>

Redobservadores. (14 de enero de 2022). Desafío ROC #14 ¿Te tinca ir por la tenca? - Arriba en la cordillera [Archivo de Vídeo]. Youtube. <https://youtu.be/wmLK82RuclA>

Tejeda, I y Medrano, F. (2018). eBird como una herramienta para mejorar el conocimiento de las aves de Chile. *Revista Chilena de Ornitología*, 24(2): 85-94.

CAPÍTULO 2

RELAVES Y CONTAMINACIÓN FANTASMA. UNA SECUENCIA DE APRENDIZAJE PARA LA TOMA DE DECISIONES DESDE LA EDUCACIÓN MEDIA TÉCNICA PROFESIONAL

Marjorie Ibacache^{1,2}
marjorie_ibacache@eduovalle.cl

¹Colegio Raúl Silva Henríquez
²Sociedad Chilena de Educación Científica (SChEC)

Resumen: La Educación Media Técnico-Profesional abarca el 37% de la matrícula de los estudiantes que cursan tercero y cuarto medio en el país. Hasta el año 2018 esta modalidad no poseía asignaturas en el plan común relacionadas a las ciencias naturales, sin embargo, en el año 2019 se implementa en las bases curriculares “Ciencias para la ciudadanía”, la cual busca promover una comprensión integrada de fenómenos complejos y problemas que ocurren en nuestra cotidianidad, para formar un ciudadano alfabetizado científicamente, con pensamiento crítico y participe de la toma de decisiones basándose en el uso de evidencias.

Este capítulo tiene como objetivo “promover la implementación de una secuencia de aprendizaje utilizando una temática común para las especialidades Explotación Minera y Química Industrial con mención en laboratorio químico, que permita tomar decisiones en relación al cuidado del medio ambiente”. Los resultados contemplan la apropiación de los contenidos y la capacidad de los estudiantes para crear material para la alfabetización de la comunidad sobre los depósitos de relave mediante la elaboración de contenido para ser compartido a través de redes sociales y en la comunidad educativa, cumpliendo la sugerencia del Ministerio de Educación de articular el plan común con el diferenciado.

Palabras clave: Ciencias para la ciudadanía, Educación Media Técnico Profesional, Explotación Minera, Química Industrial, Relaves.

1. Introducción

La Educación Media Técnico-Profesional (EMTP), corresponde al nivel educativo orientado al desarrollo de aptitudes, competencias, habilidades y conocimientos desde un enfoque de aprendizaje práctico. Actualmente abarca 35 especialidades y comprende el 37% de la matrícula de estudiantes que cursan 3° y 4° medio (MINEDUC 2020). Los planes y programas sugieren que la preparación para el ámbito laboral inicial se realice articulando los aprendizajes propios de la especialidad, los objetivos genéricos y aquellos comprendidos en la formación

general (Matemáticas, Lengua y literatura, Educación Ciudadana, Filosofía, Inglés y Ciencias para la ciudadanía) para lograr el desarrollo de competencias en los estudiantes.

Los estudiantes que cursan tercero y cuarto medio en la EMTP trabajan en las asignaturas o módulos que comprenden a la especialidad técnica y a los propios de la formación general, sobre la asignatura de Ciencias para la Ciudadanía es que se tratará esta secuencia didáctica.

Ciencias para la ciudadanía es una asignatura que se implementa a partir del año 2020 distribuida en cuatro módulos:

- Salud y Bienestar
- Ambiente y Sostenibilidad
- Tecnología Sociedad y Seguridad
- Prevención y Autocuidado

Y busca promover una comprensión integrada de fenómenos complejos y problemas que ocurren en nuestro quehacer cotidiano para formar un ciudadano alfabetizado científicamente, con pensamiento crítico y participe de la toma de decisiones basándose en el uso de evidencias (MINEDUC, 2021).

Este capítulo tiene como objetivo “promover la implementación de una secuencia de aprendizaje utilizando una temática común para las especialidades “Explotación Minera” y “Química Industrial con mención en laboratorio químico” que permita la toma de decisiones en relación al cuidado del medio ambiente.

A continuación, se presenta la implementación y los principales resultados.

2. Cuerpo del texto

Esta secuencia de aprendizaje se trabajó en el colegio Raúl Silva Henríquez ubicado en la Región de Coquimbo en la ciudad de Ovalle, en la asignatura de Ciencias para la ciudadanía para el módulo de Ambiente y sostenibilidad durante el mes de agosto en 84 estudiantes que cursan tercero medio en las especialidades de “Explotación Minera” (54 estudiantes) y “Química Industrial con mención en laboratorio químico” (30 estudiantes). Los aspectos considerados para la elaboración de la secuencia se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Módulo, objetivos de aprendizaje y criterios de evaluación considerados en la elaboración de la secuencia de aprendizaje. Elaboración propia.

Módulo	Objetivo de aprendizaje	Criterios de evaluación
Ambiente y sostenibilidad	<p>OA 2: Diseñar proyectos locales, basados en evidencia científica, para la protección y utilización sostenible de recursos naturales de Chile, considerando eficiencia energética, reducción de emisiones, tratamiento de recursos hídricos, conservación de ecosistemas o gestión de residuos, entre otros.</p>	<p>Identifican oportunidades o necesidades para la protección ambiental a nivel local a partir de la investigación de la utilización de recursos naturales de Chile, considerando eficiencia energética, reducción de emisiones, tratamiento de recursos hídricos, conservación de ecosistemas o gestión de residuos, entre otros.</p> <p>Examinan soluciones para la protección y utilización sostenible de recursos naturales en Chile que respondan a necesidades ambientales existentes a nivel local.</p> <p>Diseñan y planifican soluciones creativas para la protección y utilización sostenible de recursos naturales en contexto local, evaluando sus implicancias sociales, éticas y legales.</p>

La secuencia didáctica se hizo en función del ciclo de aprendizaje de Jorba y Sanmartí (1996) (Figura 1) entendiendo que sus etapas permiten la elaboración de actividades desde lo simple y concreto recogiendo las ideas previas de los/as estudiantes hasta lo abstracto y complejo donde se aplican los contenidos revisados mediante la interpretación de situaciones diferentes.

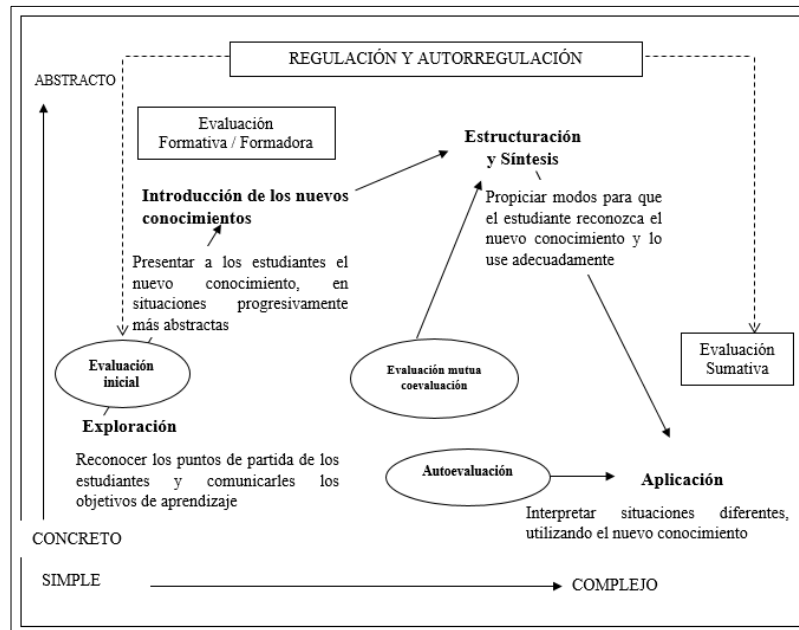


Figura 1. Esquema del ciclo de aprendizaje de Jorba y Sanmartí (1996)

Entendiendo que los estudiantes que cursan la EMTP deben desarrollar competencias que le permitan desenvolverse en el ámbito profesional, es que se intencionaron actividades a través de la Cultura Socio Científica, la cual corresponde a problemas relacionados con la ciencia y sociedad generando diferencias entre periodistas, ciudadanos y científicos (Kolsto, 2001) y sabiendo que ésta permite contribuir a la formación ciudadana y activa en la sociedad (Zeidler et al., 2002), entregando herramientas que podrían utilizar en su desarrollo profesional a futuro y determinando caminos para la solución de problemas (Martínez y Parga, 2013), desde la mirada de sus especialidades, formando ciudadanos que puedan construir sus conocimientos (Solbes y Torres, 2012)

La temática seleccionada corresponde a los depósitos de relaves, ya que en Chile existen 757 y la Región de Coquimbo posee el 51.4% de los que existen en el país (SERNAGEOMIN, 2020), la cual cumple con el requisito de ser una controversia socio científica debido a que corresponde a un proceso que involucra a la comunidad en general.

La secuencia de aprendizaje (tabla 2) consta de 6 clases organizadas.

Tabla 2. Actividades realizadas según las etapas del ciclo de aprendizaje de Jorba y Sanmartí (2006). Elaboración propia

N° clase	Etapas	Nombre de la clase	Actividad clave	Minutos
1	Exploración	¿Qué sé acerca de los depósitos de relaves?	Preguntas de identificación sobre el tema	45
2	Introducción a los nuevos conocimientos	Relaves en la provincia del Limarí	Lectura de tablas de datos	45
3	Síntesis y estructuración	Impacto de los relaves en la salud y posibles remediales	Lectura y Completación de matriz de Cornell	90
4		Impacto de los relaves en la salud y posibles remediales	Lectura y Completación de matriz de Cornell	90
5	Aplicación	¿Cómo mi especialidad puede intervenir en los relaves?	Organización de elaboración de producto final	90
6			Elaboración y entrega de producto final	90

En cada clase se presentan preguntas que intencionaron la metacognición a través de las preguntas KWL (know-want to know-learned) ¿Qué se sobre...?, ¿qué quiero saber acerca de...? (Furman, 2021) ya que corresponde a rutinas de pensamiento que permite que los/as estudiantes hagan explícito su conocimientos previos y localizar la evolución de sus propias ideas (Furman 2021) y finalizan respondiendo ¿De qué forma crees que desde tu especialidad puedes contribuir a la alfabetización de este tema o disminución de contaminación por depósitos de relave? La que busca relacionar lo aprendido con una posible acción que podrían ejecutar tomando el rol desde su especialidad técnico profesional.

A continuación, se presentan extractos de las actividades trabajadas en clases.

Etapas: Exploración	
Clase 1	Duración
¿Qué se acerca de los depósitos de relaves?	45 minutos

Durante esta clase se intenta conocer las ideas previas de los/as estudiantes frente a los depósitos de relaves. Se les presentan preguntas como:

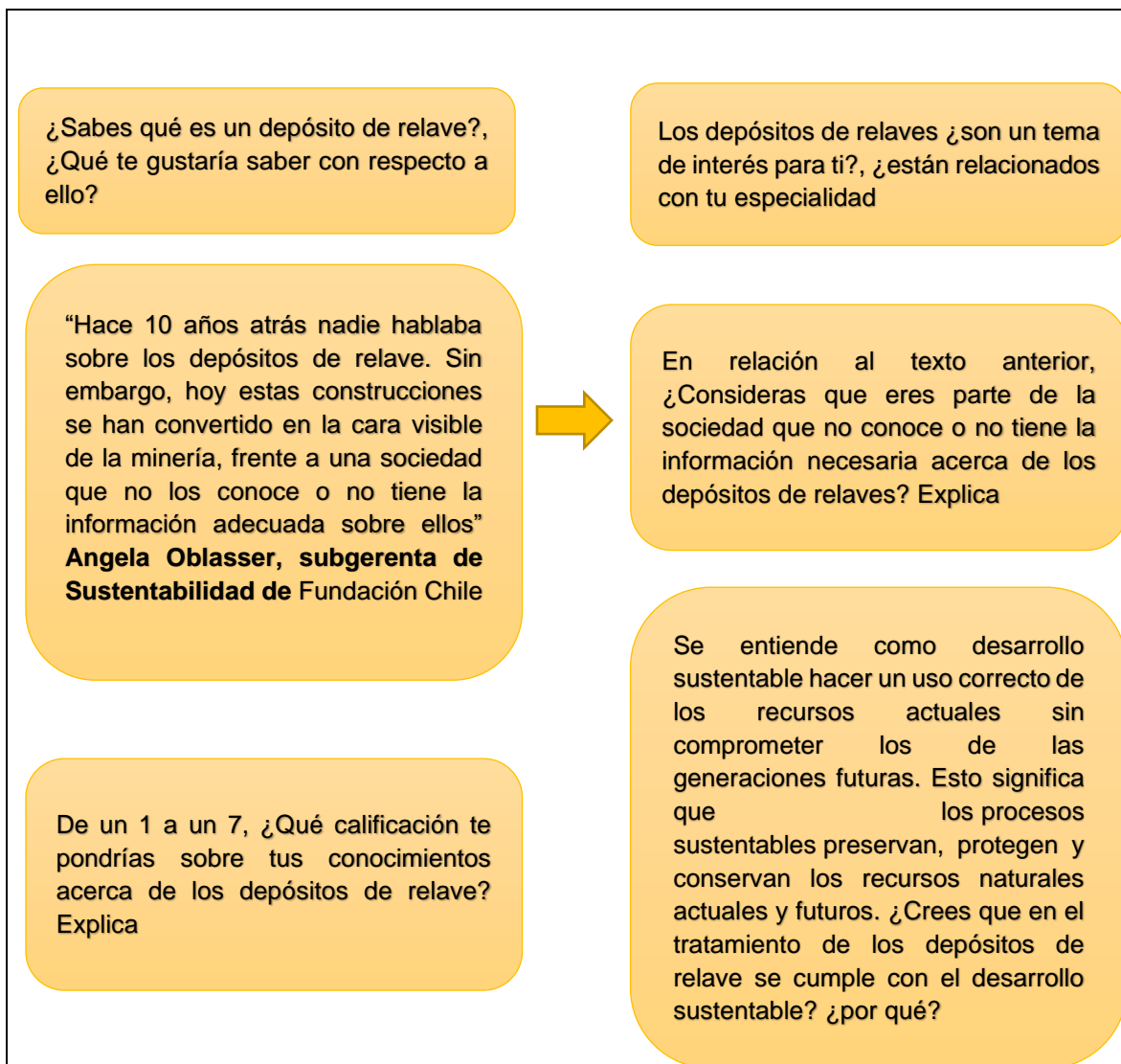


Figura 2. Preguntas para conocer las ideas previas de los/as estudiantes acerca de los depósitos de relave.

Etapa: Introducción a los nuevos conocimientos	
Clase 2	Duración
Relaves en la provincia del Limarí	45 minutos

Se les entregan datos como la definición de relaves y depósitos de relaves propuestas por el Servicio Nacional de Geología y Minería (Sernageomin 2022) y la cantidad que existe en las regiones y provincia del Limarí. (tabla 3 y 4).

Tabla 3. Cantidad de depósitos de relaves distribuidos por región. Elaboración propia.

Región	Tarapacá	Antofagasta	Atacama	Coquimbo	Región Metropolitana	Valparaíso	Libertador B. O'Higgins	Maule	Aysén
Cantidad de depósitos	8	52	168	389	26	80	19	6	9

La intención en el uso de la tabla 3 es que los estudiantes puedan comprender que la región en la cual viven es la que posee la mayor cantidad de depósitos, para esto se realizan preguntas que propicien esta acción. Luego se presenta la tabla 4 para que puedan reconocer la cantidad de depósitos que existen en la comuna en la cual viven

Tabla 4. Cantidad de depósitos de relaves distribuidos en las comunas de la provincia del Limarí (Godoy y Godoy, 2022).

Comuna	Combarbalá	Monte Patria	Ovalle	Punitaqui	Rio Hurtado
Cantidad de depósitos	18	11	18	19	3

Finalmente, se les comparte una tabla (tabla 5) en la cual aparece la distribución de los depósitos de relaves en distintos sectores de la provincia del Limarí, para que conozcan cuantos depósitos existen en las cercanías de playas, carreteras, ciudades o pueblos, cerros, etc.

Tabla 5. Distribución de los depósitos de relaves en los sectores de las comunas de la provincia del Limarí (Godoy y Godoy, 2022)

Comunas	Plantaciones agrícolas	Pueblos y/o ciudad	Cerros	Playas	Quebradas	Carreteras
Combarbalá	2	3	13	0	0	0
Monte Patria	3	0	8	0	0	0

Ovalle	1	3	3	5	4	2
Punitaqui	7	3	8	0	1	0
Rio Hurtado	1	1	1	0	0	0

Y se les invita a reflexionar con la pregunta: ¿De qué forma crees que desde tu especialidad puede contribuir a la alfabetización o disminución de contaminación por depósitos de relave? Puedes buscar información en internet para complementar tu idea

Etapa: Síntesis y estructuración	
Clase 3 y 4	Duración
Impacto de los relaves en la salud y posibles remediales	180 minutos

Para esta clase se trabajan con 2 lecturas de las cuales se extrajo información mediante el método de Cornell creado por Walter Pauk en el año 1999, el cual permite tomar apuntes para la adquisición de datos y organizar la información:



CHILE

Andacollo Saturado: La contaminación de la mega minería en el norte chico de Chile

© 24 OCTUBRE, 2019 AUTOR: ALFREDO SEGUEL, RADIO DEL MAR
CONFLICTO RELACIONADO: ANDACOLLO - MINERA ANDACOLLO GOLD, ANDACOLLO DAYTON

En la comuna de Andacollo, norte chico de la IV Región de Coquimbo, han existido en los últimos años una serie de violaciones, vulneraciones y amenazas a derechos humanos, lo que ha sido causado mayoritariamente por el funcionamiento y explotación extractivista de la gran industria minera transnacional la que ha afectado y sigue afectando a la salud física y mental de la población en una zona que el Estado chileno ha declarado como "Saturada" a causa de la grave contaminación por polución que incluye diversos componentes de metales pesados, cuyos planes de descontaminación han sido insuficientes para asegurar vivir en un medio ambiente libre de contaminación y proteger la integridad de los habitantes de manera efectiva, esto es el cumplimiento estatal en velar y proteger el derecho de las personas a desarrollarse en un medio adecuado, saludable y propicio para la vida humana.

Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial
ISSN: 75-83 (2010) LINAQUI
ISSN: 1560-9146 (Impreso) / ISSN: 1810-9963 (Electrónico)

Reuso de relaves mineros como insumo para la elaboración de agregados de construcción para fabricar ladrillos y baldosas

Recibido: 00/00/10 Aceptado: 00/00/10

^{1*}Alfonso A. Romero
^{2*}Silvana L. Flores

RESUMEN
El presente paper hace referencia al reuso de relave minero en la forma de un agregado de construcción para la fabricación de ladrillos y agregados de construcción. Actualmente, existe una gran reserva en Tocopaya que pertenece a la Cia. Minera Alumina que fue construida cerca del río en el año 1970 y produce de la cerámica relavado (Pavito Humero), la cual tiene una dimensión de 750 X 200 metros con una altura máxima de 19 metros, que construyó un poseso ambiental minero de grandes proporciones, por el enorme volumen que ocupa en el área donde se lo suena desde el río Santa.

Es en esa zona, que surge la necesidad de formular soluciones frente a esa zona de problemática ambiental, entonces se hace necesario y se desarrollaron varias propuestas de investigación en la zona de Tocopaya, a cargo de un grupo de investigadores de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, que proponen resolver este tipo de problema minero, mediante la obtención de ladrillos que se propone de este agregado de relave minero el reuso de relave bajo la forma de un agregado de construcción que contribuye a la mejora para la fabricación de agregados de construcción.

Palabras clave: Agregados de construcción, relave, ladrillos, baldosas.

INTRODUCCIÓN
El presente trabajo de investigación se desarrolló para formular y proponer una alternativa de solución a la problemática ambiental nacional crítica, mediante la aplicación de un valor agregado de manera directa al relave, que permita el reuso de relave bajo la forma de agregado de construcción para la fabricación de ladrillos y baldosas.

Puesto que dar solución a esta problemática ambiental es de suma importancia, debido a que actualmente, el Perú tiene alrededor de 450 minas polimetálicas en estado de abandono, denominados pasivos ambientales mineros, cada uno de ellos actualmente representa una alteración al medio físico con el riesgo permanente de contaminación ambiental, generando un impacto visual negativo y la continua contaminación producida por efectos climáticos del medio físico circundante. Esta alteración al medio físico se ve afectada en sus tres componentes principales como son el agua, el suelo y el aire, solamente en la cuenca del río Santa.

En Ancash existen aproximadamente 55 pasivos mineros ambientales, cada uno con sus respectivos relaves polimetálicos del proceso de concentración de minerales sulfurados por concentración físico química.

Por lo menos ocho de los ríos principales en el Perú están afectados por altos niveles de cianuro y/o metales, incluyendo cobre, plomo, zinc, cadmio, arsénico, níquel, y mercurio (Dirección General de Asuntos Ambientales-DGASA, 1992).

Algunos de estos ríos son también afectados por contaminantes que no están relacionados a la minería, tales como los coliformes y nitratos, incluyendo el Rimac que es la única fuente de agua de beber para 8 millones de habitantes en Lima.

Esta situación se agrava al existir minas abandonadas que tienen relaves mineros sulfurados, y a ello debemos añadir que las

ABSTRACT
The present paper refers about the reuse of the tailing through the shape of an aggregate of construction for the making of bricks and aggregates of construction. Actually, there is a huge tailing pond in Tocopaya which belongs to the Minera Alumina, which has been built near the shore of the Santa river in the 1970 and it produces of the ceramic relavado (Pavito Humero), which contains an environment minero residue of high proportions, for the huge volume that has been located near to the shore of the Santa River Basin.

In that same, there is a need of formulating solutions for this sort of environment problem which is a reusado

Figura 3. Lectura Andacollo Saturado: La contaminación de la mega minería en el norte chico de Chile

Figura 4. Lectura Reúso de relaves mineros como insumo para la elaboración de agregados de construcción para fabricar ladrillos y baldosas

La lectura Andacollo Saturado: La contaminación de la mega minería en el norte chico de Chile entrega información acerca de cómo la comuna Andacollo se ve afectado por la polución debido a los depósitos de relaves que están en las cercanías de las viviendas y las medidas que se han tomado frente a ello. La lectura Reúso trata de relaves mineros como insumo para la elaboración de agregados de construcción para fabricar ladrillos y baldosas, entrega información concreta de como en Perú se trabaja con relaves incluyendo las mezclas de materias primas y materiales utilizados.

Título:		Fecha:	Autor(es):
Ideas Clave (ideas importantes, preguntas)		Notas sobre la columna de opinión (esquemas de síntesis, dibujos, fórmulas)	
Conceptos Clave (vocabulario)			
Síntesis (breve resumen de lo tratado en la columna de opinión): Si tuvieras que explicar a alguien más este tema ¿qué dirías? ¿Qué información relevante considerarías?			

Al finalizar nuevamente se les invita a reflexionar con la pregunta:

¿De qué forma crees que desde tu especialidad puede contribuir a la alfabetización o disminución de contaminación por depósitos de relave?

Figura 5. Matriz de Cornell

Etapa: Aplicación	
Clase 5 y 6	Duración
¿Cómo mi especialidad puede intervenir en los relaves?	180 minutos

Esta clase fue intencionada para que los estudiantes pusieran en práctica la respuesta a la pregunta ¿De qué forma crees que desde tu especialidad puede contribuir a la alfabetización o disminución de contaminación por depósitos de relave? y se divide en dos sesiones:

- Sesión 1 planificación (evaluación de propuestas, selección de materiales a utilizar, público objetivo, etc.)
- Sesión 2 ejecución

3. Principales resultados

A partir de la extracción de información mediante la matriz de Cornell desarrollada en la etapa de síntesis y estructuración del ciclo de aprendizaje, los/as estudiantes formularon resúmenes donde usaron datos y cifras con respecto a las enfermedades bronco respiratorias que han presentado los habitantes de la comuna de Andacollo y como Perú reutiliza relave minero como materia prima en ladrillos para la construcción (figura 6).



Resumen:
 La contaminación que se genera en ciudades y pueblos del Perú es principalmente causada por las más de 100 mil toneladas de relaves mineros que se generan diariamente (entre ellos activos y pasivos mineros). Para disminuir la contaminación del país se hizo una propuesta la cual consiste en reutilizar los desechos de las minas (relaves mineros) para hacer ladrillos y baldosas. Consecuencias de la contaminación por relaves mineros: daña la flora, fauna y ecosistema, al ser inestables pueden ocurrir derrumbes, contamina aguas y suelos. La reutilización de relaves es una buena opción para disminuir el impacto negativo que provoca la contaminación al ecosistema y la sociedad.

Figura 6. Desarrollo de método de Cornell para el texto “Reúso trata de relaves mineros como insumo para la elaboración de agregados de construcción para fabricar ladrillos y baldosas”.

Los conceptos que más se repitieron en la respuesta a la pregunta sobre como contribuir a la alfabetización o disminución de los depósitos de relave desde ambas especialidades involucradas se encuentran en la figura 7, donde si bien la mayoría menciona que es posible reutilizar este residuo para la fabricación de ladrillos las decisiones que tomaron frente a la elaboración del producto solicitado en la etapa de aplicación.



Figura 7. Conceptos que se mencionaron en las respuestas de la pregunta ¿De qué forma crees que desde tu especialidad puede contribuir a la alfabetización o disminución de contaminación por depósitos de relave?

Elaboración propia.

Como se mencionó en el párrafo anterior, los/as estudiantes fueron capaces de proponer ideas para alfabetizar a la comunidad educativa con respecto a esta temática mediante trípticos (figura 8) y alternativas para el reúso como materia prima mezclándolo con cemento y yeso (figuras 9, 10, 11 y 12).



Figura 8. Ejemplo de uno de los trípticos elaborados para la alfabetización de la comunidad educativa.



Figura 9. Estudiantes trabajando en el laboratorio.



Figura 10. Mezcla de materias primas donde se utiliza relave minero.



Figura 11. Productos confeccionados con relave y cemento.



Figura 12. Macetero confeccionado con relave y yeso.

De los 84 estudiantes participantes de esta secuencia de aprendizaje, los 30 que cursan la especialidad de Química Industrial con mención en laboratorio químico optaron por fabricar objetos reutilizando el relave minero como materia prima (figuras 9,10,11 y 12) y los 54 que cursan la especialidad de Explotación Minera trabajaron en actividades que permitieron la alfabetización de la comunidad educativa con respecto a los relaves mineros (figura 8). Decisiones que están directamente relacionadas con los aprendizajes y habilidades obtenidas previamente a partir del trabajo desde sus carreras técnicas a nivel medio.

A modo de síntesis, se logró una progresión de las ideas iniciales donde los/as estudiantes no poseían información acerca de los depósitos de relave gracias al ciclo de aprendizaje aplicado y las actividades aplicadas, lo que se vio reflejado al responder en la última actividad la pregunta ¿De qué forma crees que desde tu especialidad puedes contribuir a la alfabetización o disminución de contaminación por depósitos de relave?. Al inicio de la secuencia, sólo tres de los 84 estudiantes que participaron en la actividad conocían un depósito de relaves a pesar de que todos viven en comunas donde estos existen y que 54 cursan la especialidad de Explotación minera. Al finalizar la secuencia todos los estudiantes son capaces de

redactar una definición de depósito de relave incluyendo como afecta al ecosistema y las propuestas que existen para disminuirlos a través del reúso.

4. Reflexiones finales

Los planes y programas sugieren que exista una articulación entre los aprendizajes de la especialidad y los del plan común. Para esta secuencia el trabajar con los depósitos de relaves fue de utilidad, ya que desde ambas especialidades se intentó dar solución a esta problemática ambiental, ya sea desde la alfabetización o mediante actividades prácticas que involucraron el reúso como materia prima en objetos como maceteros, figuras y ceniceros. Por consiguiente, trabajar desde la Cultura Socio Científica no sólo es importante en la formación ciudadana como lo menciona Zeidler et. al (2002), sino que también es una herramienta potente para que los estudiantes que son parte de la EMTP puedan tomar decisiones y generar cambios desde sus sectores productivos.

La diferencia en las decisiones que los estudiantes podrían tomar estará directamente relacionada con los contenidos de cada especialidad ya que como se pudo observar en esta secuencia, los estudiantes que no están directamente involucrados con el trabajo experimental optaron por el diseño de material que permite la alfabetización del tema, como trípticos o afiches. Mientras que, quienes cursan carreras relacionadas con el trabajo experimental y de laboratorio inclinaron sus propuestas a la confección de productos que reutilizan el relave como materia prima para la elaboración de objetos.

Así también, independientemente de los productos confeccionados en la etapa de aplicación, esta secuencia de aprendizaje logró acercar a los estudiantes que cursan la EMTP a una problemática ambiental observada desde sus carreras que afecta en forma silenciosa a algunas comunas o sectores no sólo de la región de Coquimbo, sino que también al país.

5. Referencias Bibliográficas

Furman, M. (2021). Generar una cultura de pensamiento. *Enseñar distinto* (pp 189-210). Editorial Siglo Veintiuno

- Godoy, A. Godoy, C. (2022). Relaves ¿cómo es el ecosistema que los rodea? Brotes científicos: Revista de investigaciones escolares. Vol. 6 N°1, pág. 41-49.
- Jorba, J., y Sanmartí, N. (1996). Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua: Propuestas didácticas para las áreas de Ciencias de la Naturaleza y Matemáticas. Ministerio de Educación.
- Martínez, L., Parga, D. (2013) Discurso ético y ambiental sobre cuestiones sociocientíficas: aportes para la formación del profesorado. Universidad Pedagógica Nacional. Colombia
- Ministerio de Educación (2020). ¿Qué es la EMTP?. Educación Media Técnico Profesional. <https://www.tecnicoprofesional.mineduc.cl/que-es-la-emtp/>
- Ministerio de Educación (2021). Programa de Estudio Ciencias para la Ciudadanía 3° o 4° medio. Equipo de Desarrollo Curricular Unidad de Currículum y Evaluación.
- Seguel, A. (2019). Andacollo Saturado: La contaminación de la mega minería en el norte chico de Chile. OCMAL. <https://www.ocmal.org/andacollo-saturado-la-contaminacion-de-la-mega-mineria-en-el-norte-chico-de-chile/#:~:text=En%20la%20comuna%20de%20Andacollo,minera%20transnacional%20la%20que%20ha>
- Sernageomin. 2020. Datos públicos depósito de relaves. <https://www.sernageomin.cl/datos-publicos-deposito-relaves/>
- Sernageomin. 2022. Preguntas frecuentes. <https://www.sernageomin.cl/preguntas-frecuentes-sobre-relaves/>
- Solbes, J. y Torres, N. (2012). Análisis de competencias de pensamiento crítico desde el abordaje de las cuestiones sociocientíficas: un estudio en el ámbito universitario. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 26, 247-269.
- Zeidler, D.L., Walker, K. A., Ackett, W.A. y Simmons, M.L. (2002). Tangled up in views: Belief in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas. *Science Education*, 86, 343-367.

CAPÍTULO 3

PRÁCTICAS PEDAGÓGICAS PERFORMÁTICAS Y FORMACIÓN DOCENTE:

CREATIVIDAD Y REFLEXIÓN EN FUTUROS/AS PROFESORES/AS DE CIENCIAS¹

María Magdalena Aguilera
maria.aguilera.v@usach.cl

Universidad de Santiago de Chile

Resumen: Ante el impacto de las políticas educativas neoliberales en la formación y el quehacer del profesorado, los/las docentes han tenido que adaptarse a lo que se les ofrece sin posibilidades reales de participar y elegir, transformándose en agentes críticos dormidos, con habilidades creativas y reflexivas con escasas posibilidades de desarrollarse. La formación docente en ciencias ha enfatizado en la promoción de estas habilidades para que el profesorado pueda facilitar un proceso de enseñanza-aprendizaje acorde a la complejidad del entorno. Se presenta una propuesta de formación docente desarrollada en la carrera de Pedagogía en Física y Matemática de la Universidad de Santiago de Chile, durante los años 2017-2022; donde a través del despliegue de prácticas pedagógicas performáticas, los/las futuros/as docentes desarrollaron la creatividad y la reflexión, actuando como profesores/as que analizaban cuestiones pedagógicas con “colegas”, en sus comunidades educativas. El lenguaje y la corporalidad que se desplegaron en las experiencias performáticas y la utilización de elementos de las artes escénicas, contribuyeron a que las prácticas promovieran el aprendizaje. Se releva el valor de las prácticas performáticas como la base de una metodología que potencia la creatividad, la reflexión y otros aspectos, como la autonomía del futuro profesorado de ciencias.

Palabras Clave: Políticas Educativas Neoliberales; Formación Docente en Ciencias; Prácticas Performáticas; Experiencia Performática; Creatividad y Reflexión del futuro Profesorado en Ciencias.

¹ Parte de la información de este trabajo fue presentada en las VII Jornadas Internacionales y X Jornadas Nacionales de Enseñanza de las Ciencias realizadas el 10 de Noviembre de 2022, organizadas por la Facultad de Ciencias Naturales y Exactas de la Universidad de Playa Ancha, en conjunto con el Programa de Magister en Enseñanza de las Ciencias y el Centro de Estudios en Enseñanza de las Ciencias CESENCI, el Grupo Interdisciplinario Investigación Avanzada en Enseñanza de las Ciencias GIIA, la Coordinación de Vinculación con el Medio de la Facultad, y la Revista Visiones Científicas.

1. Introducción

En el presente trabajo se analiza una propuesta de formación docente desarrollada en la asignatura “Formación profesional I: Naturaleza del fenómeno educativo”, la que forma parte de la malla curricular de 1° año de la carrera de Pedagogía en Física y Matemática de la Universidad de Santiago de Chile; cuyo propósito es que los futuros/as profesores/as comprendan el proceso de enseñanza-aprendizaje de la ciencia, como un fenómeno que se define desde la experiencia vivida por profesores y estudiantes en el aula escolar.

En este trabajo se consideró lo realizado en el proceso formativo en modalidad presencial en 2017, 2018, 2019 y 2022 y en modalidad virtual en 2020 y 2021. Durante los 6 años en los que se ha co-construido este proceso, han participado 350 estudiantes aproximadamente y 6 equipos de ayudantes (con 3 ayudantes en promedio por cada versión de la asignatura).

La propuesta surge considerando el contexto de la alta inestabilidad y complejidad del mundo de hoy (Morin, 2001), lo que plantea una especial relevancia por cómo y para qué formar a formadores/as con habilidades pedagógicas para situarse en este escenario. Desde esta perspectiva, se visualiza el impacto profundo que han tenido, en tanto marco referencial, las políticas neoliberales de profesionalización docente en la formación del profesorado y en su quehacer profesional (Sisto y Fardella, 2011; Sisto et al., 2013). El profesorado se ha ido adaptando a lo que se le ofrece, sin posibilidades reales de participar y elegir (Torres, 2019), por lo que la capacidad de actuar como agentes críticos parece estar dormida (Giroux, 2003). Además de la autonomía, la habilidad creativa y reflexiva de los/las profesores/as ha tenido escasas posibilidades de desarrollarse en este contexto.

De acuerdo a lo señalado, cobra sentido la demanda por una formación que contribuya al desarrollo de identidades docentes con mentalidades amplias que den cabida a lo nuevo e imprevisto y hagan frente a las barreras del quehacer educativo, utilizando estrategias pedagógicas abiertas y evolutivas (Babicka et al., 2010; Elisondo & Piga, 2020; Peña, 2018). Recalcamos el rol de las instituciones, sus autoridades y las políticas educativas en el acompañamiento de este proceso, el

que parece ser posible si las iniciativas personales de los/las docentes son andamiadas desde estos ámbitos, aun cuando ello implique desafíos y compromisos para ellos/ellas y las instituciones (Elisondo & Piga, 2020).

Enfatizamos también en el condicionamiento que supone la educación tradicional con su tendencia a formar en serie a través de una labor educativa que modela a los/las estudiantes para encajar en pensamientos preestablecidos. Se hace necesario entonces, promover la creatividad y reflexión del profesorado como parte de un enfoque de enseñanza que pueda modificar habituales puntos de vista, o bien, renovar antiguas pautas de pensamiento al abordar las dificultades de manera diferente, motivando al profesorado a asumir oportunidades de elección y descubrimiento, y desarrollar un pensamiento reflexivo sintiendo confianza en las propias ideas (Gajda et al. 2017). Este tipo de enseñanza requiere que los/las docentes aprendan a crear contextos educativos caracterizados por la apertura, la flexibilidad, la originalidad y la divergencia (Beghetto, 2017; Vázquez-Alonso & Manassero-Mas, 2019). Los modelos de desarrollo profesional docente han relevado la importancia de contribuir a formar identidades docentes con estas capacidades (Sierra et al., 2017; Zeichner, 2005), pese a los obstaculizadores epistemológicos, institucionales y materiales que existen para lograrlo (Gil, 2018).

Al respecto, planteamos que, en el contexto de un mundo poscolonial, estas capacidades podrían referir al ser, saber y estar otro de los/las docentes (Walsh, 2010); ámbitos de la identidad que han sido afectados tan negativamente por las políticas educativas de profesionalización docente (Sisto & Fardella, 2011; Sisto et al., 2013).

Por su parte, en el ámbito de la enseñanza de la ciencia, la formación docente ha planteado la necesidad de formar profesores/as, a través de la creación de experiencias educativas atractivas e integradas, con una preparación permanente para transformarse en guías activos de cambio; actores que aprenden a aprender, que autoevalúan la práctica, con capacidad para tomar decisiones de mejora continua y generación de ideas (Vázquez-Alonso & Manassero-Mas, 2019), para trabajar en equipo, desplegar la curiosidad y el cuestionamiento y desarrollar el pensamiento divergente (Píriz et al. 2018; Soriano de Alencar, 2007). Para ello es

fundamental establecer una cercanía con los/las docentes en formación (Píriz, 2016). Se trata de formar profesores/as que puedan acercar a los/las estudiantes al conocimiento de la naturaleza de las ciencias y al desarrollo del espíritu científico donde se articula el pensamiento crítico, la observación y la capacidad de confrontación y argumentación de ideas, entre otros; lo que aparece relacionado con cómo el/la docente se vincula con la ciencia y la actividad científica (Muñoz & Cerón, 2015). Más aún, se sostiene que se requieren profesores/as de ciencias con pensamiento crítico que se interesen por la remoción de concepciones reproductoras de una visión descontextualizada, acumulativa y lineal de la ciencia (Escrivà & Rivero, 2017).

En la formación del profesorado, la tarea de aportar a la construcción de la identidad docente implica considerar componentes cognitivos, sociales y afectivos que se expresan en valores personales y profesionales de los/las docentes y en la manera de afrontar su tarea (Bolívar, 2007). Refieren a esta construcción identitaria, la articulación de procesos biográficos y sociales vinculados a la historia personal del docente y su formación inicial (Bolívar, 2007; Bolívar et al. 2005); su socialización en la práctica profesional y a lo largo de todo su quehacer laboral (Bolívar et al., 2005; Vaillant, 2010); y la construcción de identidades docentes colectivas que surgen en el seno del desarrollo de procesos sociales (Bolívar, 2007; Bolívar et al., 2005). Destacamos en este sentido, el rol de la biografía escolar (Clandinin & Connelly, 2000; Kelchtermans, 2009) como factor que puede potenciar la práctica (Rivas et al., 2014; Saiz & Ceballos, 2021), facilitando la reorientación de actitudes y pensamientos del profesorado (Clandinin & Connelly, 2000), al contextualizar y resituar el aprendizaje (Saiz & Ceballos, 2021).

De acuerdo a lo planteado, el objetivo de este trabajo es presentar una propuesta de formación docente que considera la perspectiva de la biografía escolar de los/las docentes, y en la que se diseñaron e implementaron espacios de aprendizaje para el desarrollo de las habilidades creativas y reflexivas de los/las docentes en formación a través del despliegue de prácticas pedagógicas performáticas.

2. Práctica Pedagógica Performática

La práctica pedagógica performática se caracteriza por un despliegue de acciones e interacciones de un/una docente durante la experiencia que está viviendo en un determinado momento en el aula, donde—observando y escuchando—ajusta su actuar con la contingencia, y enactúa. Esta capacidad performativa de las prácticas muestra una puesta en escena (Schechner, 2003) del/la docente en el espacio pedagógico a través de su corporeidad “haciendo emerger mundos” (Varela, *et al.*, 2011); donde las palabras “hacen” algo al ser enunciadas (Austin, 1982) transformándose en lenguaje que crea realidad (Maturana, 1997), y el cuerpo expresa sentidos y maneras particulares de comunicar consistentes con la identidad individual del/la docente (Gallo, 2017). Se trata de la creación de escenarios performativos donde la experiencia que se despliega va involucrando a los actores en una puesta en escena.

3. La Experiencia Formativa

La propuesta formativa que se presenta se basa en el despliegue de prácticas pedagógicas performáticas en el aula como metodología para desarrollar la habilidad creativa y reflexiva de los/las futuros/as docentes de la pedagogía en Física y Matemática de la Universidad de Santiago. Las prácticas performáticas se basaron en la creación de escenarios en el aula donde los/las docentes en formación actuaron en estas experiencias como profesores/as pertenecientes a comunidades educativas en las que, entre pares, analizaban y reflexionaban cuestiones pedagógicas relacionadas con situaciones que habían vivido en clases de Física o Matemática durante sus escolaridades, e investigaban para crear alternativas pedagógicas de abordaje de estas situaciones. La propuesta consideró desde esta perspectiva, desarrollar la creatividad y la reflexión tanto en el rol docente en el aula, como también en el de investigador/a del aula, considerando su complementariedad con el trabajo pedagógico.

En el proceso de análisis de estas situaciones, los/las docentes en formación consideraron las ideas planteadas en los 4 postulados educativos que se estudian en la asignatura (la pedagogía del oprimido de Paulo Freire, el planteamiento de Humberto Maturana sobre el lenguaje, el de la educación emocional de Juan

Casassus y el enfoque de la Educación Integral propuesto por Claudio Naranjo), como también la perspectiva de género, investigaciones científicas y análisis de políticas educativas. De esta manera, los/las docentes fueron ejercitando paulatinamente en la puesta en escena, un posicionamiento pedagógico capaz de abordar la complejidad de las situaciones analizadas.

En el diseño e implementación de la propuesta metodológica se incorporó el enfoque teórico de la biografía del profesorado en tanto facilitó la reorientación de las actitudes y pensamientos de los/las docentes (Clandinin & Connelly, 2000; Kelchtermans, 2009), contextualizando y resituando el aprendizaje (Clandinin & Connelly, 2000; Saiz & Ceballos, 2021; Saiz & Susinos, 2017) y, por lo tanto, potenciando la práctica (Rivas et al., 2014; Saiz & Ceballos, 2021). El cruce entre las experiencias escolares de los/las docentes en formación y el posicionamiento teórico práctico que fueron adoptando como profesores/as —lo que muchas veces implicó algún grado de conflicto para ellos/ellas —contribuyó a enriquecer el análisis y la creación de las alternativas pedagógicas, y a potenciar la empatía hacia el trabajo de los/las que habían sido sus profesores/as en la etapa escolar (Rivas et al., 2014; Saiz & Ceballos, 2021).

El diseño e implementación de las prácticas performáticas implicó la transformación de la sala para lo cual se organizó el espacio y el mobiliario de manera distinta a la tradicionalmente conocida; y se utilizaron elementos de las artes escénicas, tales como el sentido del humor, el ludismo, la creación de personajes, artefactos y recursos didácticos ad hoc. El propósito de estas decisiones metodológicas fue potenciar la experiencia de los/las docentes en formación para sentirse en confianza e involucrarse e intervenir en las puestas en escena.

4. Fases de la propuesta

La propuesta metodológica se organizó en fases, lo que es congruente con el proceso de desarrollo de la creatividad y la reflexión como habilidades pedagógicas. Fueron 4 fases interconectadas de modo no lineal, buscando que, para avanzar de una fase a la otra, siempre hubiese que considerar lo vivido y aprendido en las otras.

Primera fase: en esta fase (desarrollada en 5 sesiones), la profesora y el equipo de ayudantas, intencionaron experiencias performáticas para que los/las estudiantes se ambientaran con la metodología que se iba a utilizar. La disposición de los/las estudiantes a participar en las prácticas llevó tiempo, por lo que las prácticas ayudaron a generar confianzas y entusiasmarlos/las para las experiencias. Asimismo, facilitaron una comprensión situada de los planteamientos teóricos sobre la educación ya señalados.

Las intervenciones en el aula se basaron en guiones creados por el equipo de manera previa a la clase, en base a los cuales el equipo actuaba en la experiencia, provocando la participación de los/las docentes en formación, los/las que actuaban espontánea y creativamente. Así, por ejemplo, se dio comienzo a una clase, con un diálogo iniciado de manera repentina entre las ayudantas y la profesora donde se aplicaban conceptos claves de una de las teorías, co-creándose una experiencia en la que los/las docentes en formación se involucraron actuando en consonancia con lo que estaba ocurriendo, aplicando sus saberes y los conceptos clave que se estaban mediando.

Segunda Fase: en esta fase (desarrollada a lo largo de 3 o 4 sesiones), los/las docentes en formación actuaron como profesores de física y matemáticas presentes en sesiones de consejos docentes que se realizaban en una comunidad educativa, donde analizaban y reflexionaban cuestiones pedagógicas concernientes a situaciones ocurridas en estas clases para crear alternativas de abordaje pedagógico pertinentes, teniendo en cuenta los enfoques educativos aprendidos en la fase1.

Durante las sesiones de consejo, los/las docentes en formación emplearon palabras como “colega” o “profesor” o “profesora”, “encargada de convivencia”, “Sra. Directora”, “Sra. Jefa de UTP”, “Orientador”, para dialogar. En estos escenarios, trajeron al presente las experiencias vividas en la etapa escolar, refiriendo a acontecimientos ocurridos, y a profesores/as, compañeros/as, equipos directivos, y a veces, a comunidades escolares completas de las que formaron parte, señalando sus percepciones, creencias y actitudes durante esta etapa. Al mismo tiempo, situados/as en el rol docente, reflexionaron sobre alternativas de abordaje

pedagógico. Durante los consejos, aludieron constantemente a hechos, actores y situaciones que ocurrían en la comunidad educativa de las que, como profesores/as, eran parte en ese momento².

Para potenciar la experiencia se les solicitó que crearan artefactos reales y/o virtuales, tales como credenciales con sus nombres completos o abreviados y sus roles (“profesor/a de física” o “profesor/a de matemática”). En versiones más recientes de esta fase, el equipo de la asignatura dio un nombre al establecimiento educativo donde se realizaban los consejos, considerando el contexto socio cultural que estaba viviendo Chile en ese momento³.



Figura 1. Distintivo creado y utilizado en las experiencias performativas del año 2022

Tercera fase: en esta fase (desarrollada en 3 sesiones), los/las docentes en formación actuaron como profesores/as que presentaban trabajos escritos sobre propuestas para abordar las situaciones pedagógicas analizadas en las sesiones de consejo de profesores/as, teniendo en cuenta el análisis de investigaciones y estudios científicos, la perspectiva de género, el contexto sociocultural de las escuelas y las políticas educativas. Estos trabajos se presentaban en un congreso nacional de profesores y profesoras, realizado durante 3 jornadas en una localidad

² Por ejemplo, se refirieron a la preparación de un almuerzo para todos los/las profesores/as por parte de la “Sra. Juanita”-sra. que atendía la cocina- después de las sesiones de consejo.

³Se denominó “Liceo Fabiola Campillai” al establecimiento escolar donde “funcionaba” una de las comunidades educativas, teniendo en cuenta los hechos ocurridos durante el estallido social que se inició en Chile el 18 de octubre de 2019. El nombre corresponde al de la actual senadora que sufrió la pérdida de visión de ambos ojos durante estos hechos.

del país (la que fue elegida de acuerdo a las motivaciones e intereses de ellos y ellas).



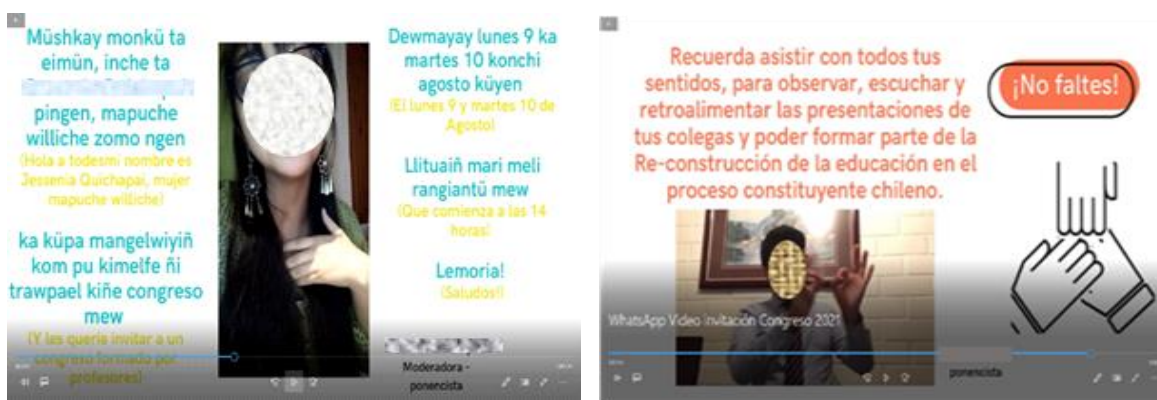
Figura 2. Docentes participantes del congreso de profesores y profesoras del año 2018.

Para nutrir la experiencia, se crearon credenciales con el nombre de la comunidad educativa a la que pertenecían los/las profesores; y al igual que en la fase 2, se solicitó a los/las docentes en formación, la creación de credenciales individuales con sus nombres. Se les pidió también, asistir con vestuario que consideraran ad hoc, teniendo en cuenta sus estilos personales. En una versión más reciente de esta fase, se ha solicitado el uso de vestuario que consideren representativo de sus “identidades docentes”. Asimismo, se organizaron espacios de receso para compartir un cóctel entre “colegas”.



Figura 3. Docentes participantes del congreso de profesores y profesoras del año 2018, durante el cóctel

Se crearon también invitaciones, y en el diseño de invitaciones virtuales, participaron algunos/as docentes en formación en la creación de videos en los que entusiasmaban a sus compañeros/as a participar en las jornadas del congreso, donde un estudiante utilizó lenguaje de señas, y otra estudiante habló en mapudungun⁴ a sus “colegas”.



Figuras 4 y 5. Pantallazos del video de invitación al Congreso Profesores y Profesoras del año 2021

Durante la experiencia, los/las estudiantes emplearon palabras como “colega” o “profesor” o “profesora”, “Sra. presentadora” u otras similares, mencionando constantemente hechos, actores y situaciones que ocurrían en sus comunidades educativas. Asimismo, en algunas oportunidades se invitó al congreso a otros actores, cuya labor implicaba un aporte para la educación del país⁵.

⁴ Lengua de la tierra. Es la lengua del pueblo mapuche

⁵ En una oportunidad, se invitó a un miembro de una ONG que participaba en la Convención Constituyente realizada en Chile durante el año 2021, cuya labor fue la creación de un texto que representara una nueva constitución para el país. En este caso, a la ONG, se le había encargado detectar tópicos educativos relevantes en las sesiones del Congreso, lo que tenía por propósito recoger los saberes de los territorios, de las comunidades educativas y de los profesores/as como aportes para la creación del nuevo texto constitucional.



Figura 6. Docentes del congreso de profesores y profesoras del año 2019, preparadas para exponer.



Figura 7. Presidenta de la ONG invitada al Congreso del año 2021.

Cuarta Fase: esta fase (desarrollada a lo largo del semestre) tuvo por objetivo evaluar el proceso formativo realizado a través de las prácticas performáticas, y se llevó a cabo en discusiones semanales entre la profesora a cargo de la asignatura y el equipo de ayudantas correspondiente, en base a los escenarios performativos co-creados, a la propuesta de ajustes que potenciaran el impacto de las prácticas performáticas en la creatividad y reflexión de los/las docentes en formación, como también en base a otros aspectos que aparecían en el transcurso del proceso. Por otra parte, este proceso formativo fue evaluado por los/las docentes en formación de manera individual a través cuestionarios escritos de autoevaluación, y en una heteroevaluación realizada en una sesión de clases.

Tabla 1. Fases y aspectos clave de la propuesta metodológica

Fases	Objetivo de la fase	Actividades performáticas	Artefactos y recursos	Objetivo específico de la asignatura
FASE 1: Acercamiento a las experiencias performáticas	Involucrarse en las prácticas performáticas	Experiencias performáticas realizadas por el equipo	-Canciones -Videos -Imágenes -Poesías -Juegos	Comprender enfoques teóricos educativos
FASE 2: Ser profesores/as de Física y Matemática	Ejercitar la reflexividad y creatividad en el rol docente	Sesiones de Consejo de profesores/as	-Vestuario -Invitaciones -Credenciales -Modificación de sala y mobiliario	Analizar situaciones pedagógicas de aula

FASE 3: Rol investigador/a escolar	Ejercitar reflexividad y creatividad en el rol de investigador/a del aula	Jornadas de congreso nacional de profesores/as	-Vestuario Credenciales -Fondos de pantalla -Invitaciones - Modificación de sala y mobiliario	Proponer abordajes pedagógicos a situaciones escolares
FASE 4: Evaluación	Evaluar metodología utilizada	-Discusiones de equipo -Aplicación de cuestionario autoevaluativo -Heteroevaluación	- Cuestionario escrito - clase para heteroevaluación	Evaluar proceso educativo desarrollado

Fuente: Elaboración propia.

La propuesta metodológica mostró cómo las prácticas performativas desplegadas en la formación de los/las futuros/as docentes en Física y Matemáticas tuvieron un impacto favorable en el desarrollo de su creatividad, reflexión y pensamiento crítico, favoreciendo su actitud de apertura a los cambios, flexibilidad, originalidad y divergencia (Beghetto, 2017). Al respecto, relevamos lo planteado por un estudiante: “las performances, hicieron que ampliara mi pensamiento y mi camino como persona y docente; me siento más preparado, con más pensamiento crítico para afrontar diversos problemas y situaciones” (Sebastián, 2020). Otro estudiante señaló: “[la performance] me amplió la responsabilidad que tiene un profesor no sólo en el ámbito emocional, sino también en el académico, al no sólo dictar las materias, sino en generar momentos en los cuales los estudiantes decidan, piensen” (Camilo, 2020). Estos aspectos permiten a los/las futuros/as docentes de ciencias desarrollar la capacidad para tomar decisiones de mejora continua y generación de ideas (Vázquez-Alonso & Manassero-Mas, 2019); como también que puedan acercar a los/las escolares al conocimiento de la naturaleza de las ciencias y al desarrollo del espíritu científico, fomentando el pensamiento crítico, la observación, la confrontación y argumentación de ideas, entre otros; al realizar actividades científicas que los ayuden a encontrar soluciones a un fenómeno nuevo, concebir variadas hipótesis y soluciones originales y diversas a un problema (Muñoz & Cerón, 2015). Asimismo, esta metodología favoreció la comprensión de las propuestas teóricas educativas enseñadas en la asignatura. Al respecto, Marcelo planteó: “en la estrategia performativa, la didáctica cambia en bastantes aspectos

de un aula ordinaria, en el sentido que cambia el lenguaje, la forma de enseñar y el ambiente; en sí [esto] ayuda a comprender mejor la materia” (Marcelo, 2021).

Desde esta perspectiva, destacamos el valor de la co-construcción de significados entre los/las docentes en formación, dando cuenta de la importancia de los procesos dialógicos como catalizadores de estas habilidades. En esta línea, destacamos las palabras de la estudiante Daniela: “buscábamos [en el equipo] el cambio, buscábamos soluciones, estábamos más atentos a los detalles” (Daniela, 2022).

Relevamos que, en el proceso formativo, la mayor parte de los/las estudiantes empezó situándose ante las situaciones pedagógicas desde una posición docente más bien reproductora de cánones conservadores establecidos, para posteriormente ir situándose en un posicionamiento de mayor complejidad que implicó el desarrollo de la creatividad y la reflexión individual y colectiva. Asimismo, los primeros análisis de los/las docentes en formación fueron más bien descriptivos para luego hacerse más explicativos y reflexivos, donde el diálogo les interrogó e invitó a relacionar los referentes teóricos educativos vistos, incluida la perspectiva de género, con las experiencias escolares analizadas

Asimismo, las prácticas performáticas favorecieron la espontaneidad y la autenticidad de los/las docentes en formación, aspectos que resultan clave para el despliegue de la creatividad y reflexión. Al respecto, una estudiante enfatizó: “en las performances, se desarrolla nuestra personalidad, de tal forma que uno puede desenvolverse en la clase, siendo uno mismo, y además ayuda mucho a la aplicación y comprensión de las teorías que hemos visto en clases” (Patricia, 2021). Otro estudiante expresó: “la performance es didáctica porque permite una libre expresión del lenguaje verbal y no verbal” (Mario, 2020).

5. Reflexiones finales

Las prácticas pedagógicas performáticas, en las que se mezclaron lo identitario, lo lúdico y artístico en las experiencias, promovieron relaciones cercanas con los/las docentes en formación, donde se desplegaron la espontaneidad y la autenticidad, lo que generó escenarios que potenciaron la creatividad y la reflexión como

habilidades docentes que facilitan la enseñanza de la ciencia (Píriz, 2016; Vázquez-Alonso & Manassero-Mas, 2019).

Creemos que esta metodología puede ser desarrollada en otros ámbitos de la formación docente, tales como la enseñanza de la didáctica, la ética, la práctica profesional, e incluso la enseñanza disciplinar. Asimismo, se puede replicar en niveles primarios y secundarios de enseñanza, con las adaptaciones pertinentes, considerando sobre todo que el currículum escolar requiere estrategias de adaptación y diversificación pedagógica, lo que está presente en el discurso docente en varias comunidades escolares.

Recalcamos el impacto que puede tener la utilización de la biografía escolar de los/las docentes en formación, como enfoque pedagógico que facilita la construcción identitaria docente (Clandinin & Connelly, 2000; Kelchtermans, 2009), al cruzar historias biográficas vividas en la etapa escolar de los/las docentes en formación con el posicionamiento que adoptaron al actuar desde el rol docente, mejorando la comprensión y actuación pedagógica, y potenciando la empatía y la valoración del trabajo docente (Rivas et al., 2014; Saiz & Ceballos, 2021). Asimismo, este enfoque potenció la práctica performática al contribuir con la creación de los espacios de confianza y espontaneidad que facilitaron el involucramiento y despliegue individual y colectivo en las experiencias performáticas.

Para su replicabilidad, esta propuesta requiere recursos y/o estrategias que no son difíciles de conseguir y desarrollar, ni implican costos monetarios elevados. Incluso, éstos pueden ser creados por los mismos docentes en formación, dado su compromiso entusiasta en el proceso.

Nos quedamos con el desafío de realizar una sistematización de las experiencias formativas realizadas desde 2017 hasta hoy, de manera de perfilar una metodología de enseñanza y de aprendizaje que contribuya a la construcción identitaria de los/las docentes en formación de distintas disciplinas.

Finalmente, teniendo en cuenta los desafíos que plantea el escenario poscolonial actual en la educación chilena e incluso en la región latinoamericana, nos planteamos la pregunta sobre la posibilidad de relacionar esta propuesta

formativa docente con el fomento del estar, ser y saber otro de los/las docentes (Walsh, 2010).

6. Referencias Bibliográficas

- Babicka, A., Dudek, P., Makiewicz, M., & Perzycka, E. (2010). Competencia creativa del profesor. *Revista electrónica interuniversitaria de formación del profesorado*, 13(1), 51-61.
- Beghetto, R. (2017). Creativity in Teaching. En: J.C. Kaufman, J. Baer y V.P. Glăveanu (eds.). *Cambridge Handbook of Creativity Across Different Domains*. Cambridge, University Press.
- Bolívar, A. (2007). La formación inicial del profesorado de secundaria y su identidad profesional. *Estudios sobre Educación*, 12, 13-30. Recuperado de <https://dadun.unav.edu/bitstream/10171/8988/1/12%20Estudios%20Ea.pdf>
- Bolívar, A., Fernández, M., y Molina, E. (2005). Investigar la identidad profesional del profesorado: Una triangulación secuencial. *Forum Qualitative Social Research*, 6(1), 1-26. Recuperado de <http://www.qualitativeresearch.net/index.php/fqs/article/view/516/1117>
- Clandinin, M. y Connelly, J. (2000). *Narrative inquiry: experience and story in qualitative research*. San Francisco, Jossey-Bass education series.
- Elisondo, R. C., & Piga, M. F. (2020). Todos podemos ser creativos. Aportes a la educación. *Diálogos sobre educación. Temas actuales en investigación educativa*, 11(20).
- Escrivà-Colomer, I., y Rivero-García, A. (2017). Progresión de las ideas de los futuros maestros sobre la construcción del conocimiento científico a través de mapas generados en una secuencia de actividades. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(1), 199-214.
- Gajda, A., R. Beghetto y M. Karwowski (2017). Exploring Creative Learning in the Classroom: A Multi-method Approach. *Thinking Skills and Creativity*, 24, 250–267.
- Gallo, L. (2017). Una didáctica performativa para educar (desde) el cuerpo. *Revista*

Brasileira de Ciências do Esporte, 39(2),199-205.

Gil, R. L. (2018). *La formación docente: horizontes y rutas de innovación*. CLACSO.

<https://www.jstor.org/stable/j.ctvnp0k1g>

Giroux, H. (2003). Repensando la política de resistencia. Notas sobre una teoría crítica de la lucha educativa. *BARBECHO, Revista de Reflexión Socioeducativa*, (2), 1-10.
<http://www.barbecho.uma.es/DocumentosPDF/BARBECHO2/A4B2.PDF>

Kelchtermans, G. (2009). "Who I am in how I teach is the message: self-understanding, vulnerability and reflection". *Teachers and teaching: Theory and practice*, 15(2), 257-272.

Maturana, H. (1997). *Emociones y lenguaje en educación y política*. Santiago, Dolmen.

Morin, E. (2001). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. Unesco.

Muñoz Burbano, Z. E., & Cerón Cabrera, S. Y. (2015). Formación de un espíritu científico en educación básica desde la enseñanza de las ciencias naturales. *Tendencias*, 16(1), 147-158.
<https://doi.org/10.22267/rtend.151601.37>

Píriz, N. (2016). Profile of Promoters and Hindering Teachers Creativity: Own or Shared? *Creative Education*,7(10), 1436-1443.

Píriz, N., Mallarini, V., & Acosta, S. (2018). Promoción del pensamiento divergente en cursos de Biofísica. *Revista de Enseñanza de la Física*, Vol. 30, 2, 99-108.

Peña, J. (2018). "Transformación del docente desde el pensamiento complejo". *Revista Cientific*, 3(7), 211-230.

Rivas, I., Leite, A. y Cortés, P. (2014). Formación del profesorado y experiencia escolar: las historias de vida como práctica educativa. *Praxis educativa*, 18(2), 13-23.

Saiz, A. & Ceballos, M. (2021). Indagación biográfica, photovoice y escritura reflexiva en el prácticum de futuros docentes. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 24(1), 43-58.
<https://doi.org/10.6018/reifop.401201>

- Saiz, Á. y Susinos, T. (2017). Problemas pedagógicos para un Prácticum reflexivo de Maestros. *Revista Complutense de Educación*, 28(4), 993-1008.
- Schechner, R. (2003). *Performance theory*. Routledge.
- Sisto, V. y Fardella, C. (2011). Nuevas políticas públicas, epocalismo e identidad: el caso de las políticas orientadas a los docentes en Chile. *REU, Sorocaba, SP*, 37(1), 123-141.
- Sisto, V., Montecinos, C., y Ahumada, L. (2013). Disputas de significado e identidad: la construcción local del trabajo docente en el contexto de las políticas de evaluación e incentivo al desempeño en Chile. *Universitas Psychologica*, 12(1), 173-184. <https://doi.org/10.11144/javeriana.upsy12-1.dsic>
- Soriano de Alencar, E. (2007). Criatividade no Contexto Educacional: Tres Décadas de Pesquisa. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 23(especial), 045-049. <https://doi.org/10.1590/S0102-37722007000500008>
- Torres, J. (2019). Formación del profesorado y educación como proyecto político e inclusivo. *Educação & Realidade*, 44(3). <http://dx.doi.org/10.1590/2175-623684911>
- Vaillant, D. (2010). La identidad docente. La importancia del profesorado. *Revista Investigaciones en Educación*, 8(1), 15-39.
- Varela, F., Thompson, E., y Rosch, E. (2011). *De cuerpo presente*. España, Gedisa.
- Vázquez-Alonso, Á., & Manassero-Mas, M. A. (2019). La educación de ciencias en contexto: aportaciones a la formación del profesorado. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (46), 15-37.
- Walsh, C. (2010). *Interculturalidad crítica y educación intercultural*. <https://es.slideshare.net/tiagovarges/construyendo-la-interculturalidad-crtica>
- Zeichner, K. (2005). Los profesores como profesionales reflexivos y la democratización de la reforma escolar. *Docencia*, 25, 74-85.

CAPÍTULO 4

ARTE Y CIENCIA, MUNDOS UNIDOS DESDE LA INTERDISCIPLINARIEDAD: UNA EXPERIENCIA EN LA FORMACIÓN INICIAL DOCENTE DE EDUCADORAS DE PÁRVULOS

Sandra Castro¹ · Lorena Garrido¹ · Cristian Aguilar¹
scastr@ucm.cl · lgarridog@ucm.cl · caguilar@ucm.cl

¹Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad Católica del Maule

Resumen: La formación inicial docente y el desarrollo de un trabajo colaborativo e interdisciplinario se vuelve un desafío para las casas formadoras en una sociedad actual, donde la segmentación del conocimiento se ve centrada en el asignaturismo tradicional, dejando muchas veces de lado aquellos conocimientos valóricos, creativos, innovadores y transversales que son parte del “ser docente”. El presente capítulo da a conocer la experiencia desarrollada en la carrera de Pedagogía en Educación Parvularia con mención de la Universidad Católica del Maule, en el módulo de: “Artes visuales en educación parvularia”, donde se unen las artes y las ciencias a través de un proyecto que toma el modelo de indagación científica como eje central para el desarrollo de habilidades del pensamiento tanto para las estudiantes en formación como para su posterior trabajo con niño/as de entre 3 y 6 años de edad a través de experiencias de observación, descubrimiento, investigación y creación. Dentro los principales impactos de la iniciativa se encuentran: la alfabetización científica en contextos significativos para las estudiantes y visualización de las ciencias como un elemento transversal para la generación del conocimiento, especialmente el de las artes, generando un cambio paradigmático dentro de la formación inicial docente.

Palabras Claves: educación parvularia, trabajo interdisciplinario, modelo de indagación, artes y ciencias.

1. Introducción

A nivel nacional e internacional, la formación inicial docente cada vez está tomando mayor realce como uno de los puntos de partida para mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje de los estudiantes y con ello la calidad educativa (Busquets et al., 2016; Medina, Navarro, y Alonso-García, 2020) recayendo la responsabilidad en las casas formadoras la generación del conocimiento y

experiencias relevantes que impacten significativamente en los futuros docentes y desarrollen en ellos habilidades claves del siglo XXI: pensamiento crítico, creativo, divergente, reflexivo, entre otras (UNESCO-OREALC 2017; Jiménez, et al., 2014) transformando la mirada frente a lo que implica ser docente en la actualidad, donde la mera transmisión de conocimientos no implica el desarrollo de habilidades en los educandos (Mazzitelli, et al 2020), sobre todo en el área de las ciencias, donde la mirada tradicional aun impacta en las aulas, lo que implica un gran desafío para los formadores de formadores (Busquets, et al., 2016).

Lo anteriormente implica repensar las prácticas educativas a nivel universitario, donde el trabajo colaborativo- interdisciplinario abre una nueva mirada frente a cómo enfrentar los desafíos docentes que nos presenta la sociedad actual (Ros y Dietz 2012; Vega y Ortega, 2017; Vargas-D´uniam, Chiroque y Vega, M. 2016).

El presente trabajo da a conocer la experiencia vivida dentro de la carrera de Pedagogía en Educación Parvularia con mención de la Universidad Católica del Maule-Chile, en el contexto de la asignatura de “Artes visuales en educación parvularia”, donde a través de una experiencia colaborativa interdisciplinaria se unen las áreas de ciencia y arte, pretendiendo por medio del modelo de indagación científica desarraigar prácticas tradicionales frente a los procesos de enseñanza aprendizaje de ambas áreas del saber en el contexto universitario, desarrollando en las futuras educadoras un pensamiento crítico- reflexivo sobre cómo abordar las ciencias naturales con niño/as de entre 3 y 6 años, a través del modelo de indagación.

Interdisciplinariedad en la formación inicial docente del educador de párvulos

“Generar conocimientos, no sólo es una práctica habitual de la ciencia, el arte con su construcción, ha ido aportando con sostenibles y sensibles ideas al desarrollo del ser humano”

(Zambrano, 2016. p.110)

Considerando como una de las habilidades del siglo XXI, junto con el pensamiento crítico el trabajo colaborativo interdisciplinario se visualiza como “una nueva forma de avanzar en el conocimiento a la hora de construir conocimientos

integrales y completos con infinitud de posibilidades” (López, 2012, p.376), es por ello que desarrollar esta habilidad se vuelve fundamental dentro de la formación inicial docente, sobre todo para transitar de la desegregación del conocimiento por áreas del saber, a uno mucho más holístico, sobre todo en el área de las ciencias naturales donde la mirada tradicional aun condiciona el trabajo en el aula con los niño/as y jóvenes (Mazzitelli, et al., 2020), es por ello que el mirar la enseñanza desde la interdisciplinariedad colabora en desarraigo de prácticas que dejan fuera el pensamiento divergente, la creatividad y la imaginación, sobre todo al momento de trabajar con niños/as de entre 3 y 6 años, aspectos potenciados tanto desde el punto de vista de las ciencias como de las artes.; históricamente estas áreas del saber han mantenido una relación permanente de unión y desunión (Zambrano, 2016, p. 116), las cuales al abordarse de manera conjunta permiten observar y descubrir el mundo desde distintos puntos de vista, lo que favorece la comprensión de los entornos naturales a través de la observación, exploración, experimentación, entre otros, donde el modelo de indagación científica se vuelve un buen nexo de abordaje entre ambos.

Orellana-Sepúlveda, Quintanilla-Gatica y Páez-Cornejo (2018), conciben al Educador/ra de Párvulos, especialista en éste rango etario, la/el responsable y mediadora para la construcción de aprendizajes relevantes para los niño/as y la/el encargada de generar instancias que potencien el desarrollo integral y el desarrollo de habilidades en los párvulos. Es entonces, donde el abordar, dentro de la formación inicial docente, el desarrollo de competencias de pensamiento científico un “imperativo tanto pedagógico-científico como ético-político justificando su investigación” (p.1030), ya que los mismos autores anteriormente nombrados, recuerdan que algunos estudios señalan que los docentes en muchas ocasiones modifican el currículo y lo interpretan, y que finalmente lo que enseñan está más bien orientado en sus propia visión y experiencia previa con las ciencias naturales en su vida como estudiantes, tendiendo por tanto, a replicar modelos de transmisión de conocimiento más que desarrollo de habilidades. Por tanto, como plantean Marquéz y Bonil (2013), “es de gran interés encontrar mecanismos que permitan a

los futuros maestros manifestar y reflexionar sobre sus concepciones de la educación científica” (p. 110)

Es por ello que se vuelve fundamental a nivel de formación inicial docente, generar instancias donde los futuros docentes, en este caso, educadores/as de párvulo puedan crear nuevos saberes a partir de experiencias vivenciales/significativas con modelos didácticos actuales asociados al área de las ciencias, obligando al docente-académico a remirar su formación universitaria, donde Busquets, Silva y Larrosa (2016), agregan a esta visión la necesidad de “fundamentar la construcción del conocimiento científico universitario en condiciones explicativas que favorezcan un aprendizaje situado” (p.120), por tanto contextualizado.

2. Modelo de Indagación científica, el nexos de la interdisciplinariedad de las artes y las ciencias

Hoy en día, existen diversos modelos didácticos para abordar las ciencias naturales con los niños/as de educación parvularia, destacándose entre ellos, el de Indagación científica, ya que surge del deseo de interpretar el mundo que nos rodea (Uzcátegui y Betancourt, 2013, p. 112), a través de un modelo de enseñanza aprendizaje que centra su foco de atención en la acción del estudiante y en el descubrimiento en la realidad a través de una metodología que permite al niño/a acercarse a la alfabetización científica inicial, donde Tuay, Giordano y Testa (2017) señalan que “es fundamental relacionar la forma en cómo los niños aprenden ciencia con la manera de enseñar la ciencia” (p.95).

En este sentido, el arte aparece en escena y se vuelve relevante, ya que según la visión de Andueza et al (2016)

“La expresión plástica y visual es una forma de comunicación que permite que los niños y niñas potencien sus capacidades creativas y expresivas... les proporciona la posibilidad de plasmar su mundo interior, sus sentimientos y sensaciones, mediante la imaginación, la fantasía y la creatividad explorando, al mismo tiempo, nuevas estructuras y recursos” (p.37)

Las habilidades señaladas, están estrechamente vinculadas y asociadas al área de las ciencias y el modelo de indagación, la cual parte en el niño/a con la observación de realidad, el establecer la relación con los objetos y sujetos del medio que los rodean, utilizando la creatividad e imaginación para la solución de problemas concretos (Uzcátegui y Betancourt, 2013, p. 117), permitiéndole avanzar desde un conocimiento cotidiano a un conocimiento científico, donde Marín, Garrido, Cisterna y Aguilar (2017) nos recuerdan que “toda experiencia didáctica, debiera dar prioridad a las habilidades de pensamiento científico de los niños y niñas por sobre los contenidos” (p.193), por consiguiente, ambas áreas se encuentran estrechamente vinculadas desde la visión de integralidad de los procesos de enseñanza aprendizaje.

Según la revisión realizada por Betancourt y Uzcátegui y (2013) “En el programa ECBI desarrollado en América Latina, a nivel general, se plantean cinco etapas: focalización, exploración, reflexión, aplicación y evaluación” (p.117), las cuales se ven reflejadas en la experiencia de trabajo interdisciplinario de artes y ciencias presentada en el presente documento.

Asimismo, en el marco curricular vigente chileno se enfatiza que los aprendizajes de los Lenguajes Artísticos a temprana edad deben potenciar en las niñas/os, habilidades, actitudes y conocimientos para la expresión creativa de la realidad, y la adquisición de la sensibilidad y apreciación estética, para ampliar posibilidades de percibir, disfrutar y representar su mundo interno, la relación con el entorno cultural y natural, a través del empleo progresivo de diversos medios y recursos acorde a los diferentes grupos de niños/as estos mencionados recursos y medios son de utilización de parte de los infantes como de parte de las estrategias metodológicas de la educadora de párvulos.

Estos Lenguajes Artísticos articulan objetivos de aprendizaje que buscan promover la capacidad para expresar la imaginación y las vivencias propias, representar y recrear la realidad mediante diversas elaboraciones originales, apreciar y disfrutar manifestaciones estéticas presentes en la naturaleza y la cultura, integrar a todos aquellos medios de expresión que favorecen la sensibilidad estética, la apreciación y la manifestación creativa. Entonces, es imperioso la

preparación de parte del educador para el trabajo de este núcleo de aprendizaje (MINEDUC, 2018)

En la misma línea, MINEDUC (2020) indica que

“En los lenguajes artísticos, convergen diversas manifestaciones y disciplinas del arte, permitiendo desarrollar una amplia gama de capacidades, habilidades y aprendizajes, dentro de la educación artística, reconociendo a niños y niñas sujetos integrales y con un potencial que puede manifestarse a través de diversas formas, técnicas y expresiones, que se movilizan en el caso de los párvulos, a través del juego, las actividades lúdicas y desde el aprender haciendo” (p.11)

Por lo que el arte en primera infancia puede ser considerado desde dos miradas complementarias; reconociendo el valor intrínseco del arte, sus diversas manifestaciones trascendentales para la creación, contemplación y visión estética del entorno y su transformación; y, por otro lado, el arte adquiere valor como vehículo para diversos aprendizajes, reconociéndolo como estrategia de aprendizaje que favorece el sentido lúdico, libre y creador de niños/as.

Por tanto, la debida selección de estrategias y recursos de parte de la/el educador/ra y su equipo técnico es esencial para el logro y afiance de aprendizajes en los niños/as, sobre todo en esta etapa de formación que necesitan de estímulos, de elementos concretos y encontrar significado a lo que se les enseña. Para Ogalde, Bardavid (2008) los materiales didácticos “...son todos aquellos medios y recursos que facilitan el proceso de enseñanza aprendizaje, dentro de un contexto educativo global y sistemático, y estimula la función de los sentidos para acceder más fácilmente a la información, adquisición de esta” (p.19)

3. Nuestra experiencia de trabajo con estudiantes de 1er año de la carrera de Educación Parvularia

A continuación, se presenta la experiencia desarrollada en la UCM, mostrando los componentes claves del proceso de Indagación que permitieron promover el aprendizaje en los estudiantes.

I. Proceso formativo, marco contextual curricular

La experiencia con pre grado está basada en la “Planificación Desarrollo de la Actividad Curricular”, de la carrera de Pedagogía en Educación Parvularia con Mención perteneciente a la Universidad Católica del Maule, cuyo nombre es: “Artes visuales en educación parvularia” (D.R. N°53/2022), como parte de la formación de las/los estudiantes de semestre II 2022.

Esta actividad curricular posibilita a las/os estudiantes proyectarse hacia la práctica pedagógica a través de los siguientes resultados de aprendizajes que deben adquirir:

1. Describir las teorías asociadas a las artes visuales sus características, elementos y principios estéticos que las componen a partir de diversas fuentes de información.
2. Identificar las posibilidades que ofrecen las artes visuales para el desarrollo integral del niño y la niña, su expresión, goce vivencial y el juego, así como las problemáticas y desafíos de la labor educativa en el área.
3. Proponer situaciones de aprendizaje pertinentes a las características de desarrollo y aprendizaje de niños y niñas de 0 a 6 años a partir del marco curricular vigente y considerando los fundamentos de las ciencias de la educación aplicadas en el ámbito de la pedagogía.

I.1. Actividades en clases:

La iniciativa tuvo una duración de seis semanas, en sesiones de dos horas pedagógicas con treinta y un estudiantes de 1er año, desarrollándose en las siguientes etapas y/o momentos claves:

Observación intencionada de elementos de la naturaleza: En la iniciación de la clase de artes visuales vinculada a las ciencias, se acentuó el concepto de observación, como base para la Indagación.

Para facilitar la comprensión del contenido se presentó una serie de imágenes en Power Point organizadas en grupos, paisajes verdes, floridos, secos; minerales en bruto y trabajados, insectos, aves, animales cuadrúpedos, peces, coral, etc. Con

la finalidad de ampliar las posibilidades de observación y promover el aprendizaje en los estudiantes.

- a) Detención en la observación de una mariposa: en la serie de fotografías de insectos, se intencionó la observación de una mariposa *Attacus atlas*, preguntando por lo que observan. Las respuestas verbales fueron variadas, sobre sus colores, forma, tamaño, las estudiantes comentan lo que imaginan, especulan, y relacionan con anécdotas personales (observaciones en su casa, en la naturaleza, curiosidades)
- b) Para continuar, la docente declama un poema sobre una mariposa, creado para la oportunidad. Las estudiantes comentan sobre el poema, analizando verso a verso. Y nace la interrogante: ¿cómo se debería hablar con los niños sobre una mariposa? A lo que la docente pregunta sobre los conocimientos previos que se tiene sobre dicha mariposa, al no haber muchos datos, se levantan supuestos sobre la vida de la mariposa.
- c) Indagación: Se pide indagar para continuar la clase siguiente, la solicitud es amplia, no se dan mayores indicaciones de cómo o qué investigar. Se intenta no influenciar el tema para dar autonomía a las estudiantes, sin embargo se recuerda la relevancia de trabajar con bases de datos confiables, brindando algunos ejemplos.
- d) Resultados de la indagación: Se pregunta por la fuente de la indagación, cómo se realizó (el paso a paso), cuales fueros las características de confiabilidad de la fuente, qué investigaron, detalle de cada investigación, se registró cada dato de las estudiantes y se comparó lo indagado con supuestos de la clase anterior.
- e) Tratamiento de la información obtenida: se pidió elegir cinco conceptos de los escuchados o indagados, cada una de las estudiantes trabajo en una explicación para los niños de 3 a 6 años, pensando en la transición de un conocimiento cotidiano a uno científico. Esta actividad se realizó para dejar la literatura como introducción a un tema y la importancia de la indagación para la entrega de información válida para el grupo de infantes.

Posteriormente comparten la formulación de explicaciones utilizando los cinco conceptos elegidos; la docente las invita utilizando dichos conceptos a crear sus propias poesías como estrategia didáctica para el acercamiento de los niño/as al mundo de las ciencias desde un contexto lúdico, pensando en un rango etario de entre tres y seis años de edad.

En la misma línea y complementando el trabajo descrito, se fue mostrando ejemplos de material didáctico factibles de utilizar con niños/as de entre tres y seis años de edad en el contexto de animación de la lectura, de modo de ir integrando durante todo el proceso aspectos lúdicos característicos del nivel de Educación Parvularia:

1. Material didáctico N°1: la docente crea material para incentivar a la utilización de recursos en aula con los niños/as pequeños. A modo de truco de magia, con una oruga, una mantita y una mariposa de género se realiza la metamorfosis acompañada de la declamación de la poesía inicial.
2. Material didáctico N°2: la elaboración de un material con recursos desechables, en forma de capullo, una mariposa de género, simulando la metamorfosis, nuevamente.
3. Material didáctico N°3: creación de títeres de oruga y mariposa de calcetín, costurada de tal forma que al esconder la oruga aparece la mariposa.
4. Material didáctico N°4: creación de títere de paleta con tapas de bebidas gaseosas para la oruga, cartón con una bolsa de género para simular una hoja, y rollos de papel para una mariposa, dan paso a esconder la oruga en la hoja y sacar la mariposa.
5. Material didáctico N°5: creación de rama de árbol en tubos, oruga en trozos de goma eva recortados para las diferentes fases de metamorfosis que se cuelgan en un pequeño gancho de la rama.
6. Utilidad: se concluye sobre la importancia del acompañamiento de materiales concretos creados según las necesidades de las temáticas que se trabajan con los niños/as de acuerdo a su edad, y la posibilidad que brindan para la comprensión de procesos naturales o experimentales en el área de las ciencias.

II. Componentes del modelo de Indagación en el contexto de la iniciativa

A continuación, se presenta como se fue vinculando el modelo de indagación en sus cuatro etapas, en el contexto de la iniciativa de vincular el arte con las ciencias.

a) Etapa de Focalización

Activación de conocimientos previos: con apoyo de imágenes fotográficas de mariposas las estudiantes desarrollaron la habilidad de observación, logrando describir algunas características morfológicas básicas de éstas: colores, formas y su asociación con figuras geométricas y patrones, logrando imaginar y levantar hipótesis sobre la vida de las mariposas. De la misma manera, las estudiantes lograron conectar la observación con sus propias vivencias, como el caso de una alumna que recordó una visita en el patio cuando era pequeña donde evoco haber visualizado una de color negro. En el mismo contexto, surgieron interrogantes no resueltas en las imágenes, como, por ejemplo: ¿cómo olfatean las flores?

Introducir una pregunta de focalización: A raíz de lo anterior, en conversación de clase surge el interés de investigar ¿Cómo viven y se desarrollan las mariposas?

Hacer predicciones: Al ya tener la pregunta inicial de investigación, las estudiantes realizaron las primeras predicciones y/o hipótesis sobre la mariposa, visualizándose principalmente conocimientos vivenciales frente a ella.

Motivar a los estudiantes: La docente para incentivar al trabajo de indagación, declama una poesía creada previamente sobre la oruga que se transforma en mariposa. Usando los recursos estilísticos propios de la poesía, apoyado de material didáctico para incentivar posteriormente a la propia creación de recursos didácticos para los niños/as. El material creado giró en torno a la metamorfosis, se utilizó mencionada elaboración con la finalidad de mostrar diferentes e inagotables formas de trabajar un mismo contenido.

b) Etapa de Exploración

Conducir la investigación: En esta etapa, como se mencionó anteriormente, la docente solicita indagación personal, sin más influencia ni indicaciones para ello, solo la precaución de uso de fuentes confiables, buscando la autonomía del estudiantado.

En ese contexto, como resultado frente a la solicitud algunas indagan en internet, en páginas de noticias y curiosidades, un mediano porcentaje en YouTube, y una estudiante le consultó a un familiar (hermano) que estudia Pedagogía en Biología. Para fomentar la veracidad de la indagación se preguntó por el tipo de fuente, algunas mencionaron de la preocupación de una confiables de corte científicas, seguras, que no fueran manipulables, con fuentes bibliográfica.

Hacer observaciones: Frente a las investigaciones de las estudiantes, la docente introduce el termino Espiritrompa ante el dicho de una estudiante de “lengua en forma de trompa”, asimismo, se debió establecer técnicamente las diferencias entre capullo y crisálida.

Colectar y registrar datos: al analizar los datos recolectados por el estudiantado, se pueden identificar focos básicos de indagación y nuevos aprendizajes para cada una de ellas:

- Ciclo vital de la mariposa, metamorfosis de la mariposa: tienen fases: huevos, larva, oruga, crisálida, adulta. Metamorfosis completa (huevo, larva, adulta), metamorfosis incompleta (oruga, ninfa).
- Características: formación de la mariposa monarca: cada mariposa elige una planta y pone sus huevos porque de esa planta se alimenta la oruga. Los ojos de del macho están en su pene y de la hembra en su parte trasera. Vive una semana, de madura busca reproducirse. Hueles con las patas, no escuchan sientes vibraciones. Los machos son más chicos que la hembra,
- Tipos de mariposas: polilla grande, se cree que se alimenta de manzanos y cerezos, mide 25 centímetros, vive 5 días, come en el capullo, no tiene boca de mariposa, su color es para ahuyentar a los depredadores (serpiente).
- Hábitat de las mariposas: en un clima cálido, en zonas selváticas. Régimen tropical.
- Mariposas peligrosas del mundo: el monarca, ya que de oruga come plantas con toxinas venenosas.
- Nombre científico: orden de insectos, nocturnos y diurnos, plagas, hábitos vegetarianos, lepidópteros.

- Cuanto tiempo viven las mariposas: de 15 a 29 días, según clima, tamaño y condiciones en que vive (Vanessa de los cardos). La monarca vive 10 meses.
- Como saber si es venenosa una mariposa: según su coloración, sus alas son más coloridas en la parte de arriba.
- Datos curiosos: se posan sobre las personas que tienen diabetes. No hay mariposas en la antártica, alas con escamas, lengua en forma de trompa, su gusto es 200 veces más poderosa que la humana, las alas son transparentes los colores se producen por la luz, antenas, ojos compuestos, 6 patas, 2 alas.

Formular preguntas a los grupos mientras trabajan: Es importante señalar que la docente interactúa con el grupo y pregunta constantemente como establecer la bajada nuevo conocimiento adquirido para los niño/as de educación parvularia, pensando en un rango etario de tres a seis años, considerando los objetivos que propone las Bases Curriculares para Educación Parvularia (2018) tomando precaución con niveles de desarrollo, tiempos de concentración, tipo de lenguaje y las posibles estrategias a utilizar y así como la conexión con elementos naturales y didácticos.

Colaborar con los pares: Durante todo el proceso se demuestra la colaboración entre pares, retroalimentando la información investigada para de manera conjunta establecer ciertos axiomas frente los procesos y características morfológicas de la mariposa.

c) Etapa de reflexión

Al finalizar las sesiones de trabajo, se dialoga sobre las reflexiones que nos deja esta experiencia, integrando las disciplinas en el trabajo con los niños/as:

- Concluyen que la indagación debe ser sistemáticamente.
- Se debe profundizar en los contenidos a trabajar con los infantes.
- Es importante definir qué investigar, para las diferentes edades. De igual forma manejar estrategias de entrega de información.
- Hay que incorporar varios saberes y áreas disciplinares para favorecer al máximo los aprendizajes de los niños/as.

- La indagación tiene mucho valor e importancia en el trabajo de una profesional, se debe investigar a tiempo, antes de trabajar con los niños/as. O en el minuto si se requiere, según lo emergente.
- Moderar, adecuar o ajustar la información para los niños/as para que sea provechosa y logran entender o retener la información.
- El uso de material para la estimulación es primordial a esta etapa de formación, material visual, atractivo y concreto.
- El trabajo interdisciplinario o integrado es valioso a la hora de trabajar con los niños/as ya que el trabajo o debe ser parcelado, debe ser complementario.

Compartir observaciones: El grupo de estudiantes comenta lo realizado en cada etapa, comparte sus descubrimientos, lo que le llamo la atención y algunos de sus aprendizajes o correcciones de algunos que estaban errados.

Modelar y usar lenguaje científico: Se utilizó lenguaje científico al dialogar luego de la indagación y sobre todo al momento de usar cinco conceptos en una breve explicación para los niños/as, de cómo deberían usar los términos correctos y no quedarnos en los estilos de una narrativa.

d) Aplicación/ evaluación final

La iniciativa culmina con la creación de las poesías sobre las mariposas por parte del estudiantado, así como de material didáctico que apoya la narrativa a modo de animación de la lectura.

Al revisar las narrativas, se logra visualizar una mayor amplitud de vocabulario, la unión entre un mundo cotidiano (para el niño/a) y el conocimiento científico, sobre todo el tener que incorporar en la narrativa conceptos claves sobre la vida y/o características morfológicas de la mariposa, así como la precaución de aspectos lúdicos del nivel, explicitado frente a la creación de material didáctico complementario manipulable para los niños/as, el cual pese a ser atractivo visualmente mantenía características realidad.

4. Conclusiones: Aprendizajes de la experiencia

La formación inicial docente presenta gran responsabilidad y compromiso, no solo de parte de las futuras educadoras, como lo es el caso presentado, sino que también por parte de los académicos, donde se visualiza la necesidad de ser referente en la formación, mostrando un modelo de enseñanza aprendizaje que invite a la innovación y responsabilidad profesional.

Como se pudo observar, las estudiantes vivenciaron el ciclo de Indagación en todas sus etapas, generando en ellas un cambio de paradigma en la visión de la enseñanza de las ciencias naturales y el trabajo interdisciplinario sobre todo de las artes, lo que se espera impacte en trabajo con los niños/as de educación parvularia, sobre todo en sus próximas prácticas.

La reflexión, el acompañamiento y el diálogo permanente con las estudiantes las guio a pensar e identificar otras áreas de conocimiento que colaboraron en el desarrollo de la iniciativa: literatura, expresión teatral, música, matemáticas, lenguaje oral, ecología, por nombrar algunos, vivenciando la interdisciplinariedad en la generación del conocimiento, sobre todo en la labor educativa con niño/as de educación parvularia.

Asimismo, para los docentes que participaron de esta iniciativa, significó entender que el aprendizaje no es aislado, que requiere de otros para que sea significativo sobre todo para los estudiantes independiente del carácter universitario de las asignaturas, lo que implica aceptar la relevancia de todas las áreas de conocimiento, ya sean sociales, artísticas o científicas. En este caso, artes visuales y ciencias naturales se unieron para generar conocimientos y habilidades en las estudiantes, tratando de generar en ellas un cambio paradigmático del saber, de uno tradicional academicista a uno innovador, donde la creación, imaginación se volvieron fundamentales, junto con reconocer el valor del desarrollo de conocimientos científicos por sobre a los contenidos.

El desafío se mantiene para los próximos años, donde se espera seguir generando instancias de trabajo interdisciplinarios y de colaboración docente.

5. Referencias Bibliográficas

- Andueza María, Barbero Ana María, Caeiro Martín, da Silva Alfonso, García, González Judit Ana, Muñiz Antonia y Torres Alberto (2016). Didáctica de las artes plásticas y visuales en Educación Infantil Unir Editorial. Universidad Internacional de La Rioja.
- Betancourt, C. y Uzcátegui, Y. (2013). La metodología indagatoria en la enseñanza de las ciencias: una revisión de su creciente implementación a nivel de Educación Básica y Media. *Revista de Investigación*, 37 (78),109-127. ISSN: 0798-0329. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=376140393005>
- Busquets, Tamara, Silva, Marta, & Larrosa, Paulina. (2016). Reflexiones sobre el aprendizaje de las ciencias naturales: Nuevas aproximaciones y desafíos. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 42(especial), 117-135. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052016000300010>
- Decreto de Rectoría N°53/2022. Modifica Proyecto Formativo de la carrera de Pedagogía en Educación Parvularia con mención de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad Católica del Maule.
- Jiménez, C., Martínez, Y., Rodríguez, N., y Padilla G. (2014). Aprender a hacer: la importancia de las prácticas profesionales docentes. *Educere*, 18(61),429-438. ISSN: 1316-4910. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=35639776005>
- López, Luis. 2012. "La importancia de la interdisciplinariedad en la construcción del conocimiento". En: *Revista Sophia: Colección de Filosofía de la Educación*. N° 13. Quito: Editorial Universitaria Abya-Yala
- Marquéz, C. y Bonil, J. (2013). Las concepciones de maestros en formación inicial respecto a la educación científica recibida. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos* vol. 9, núm. 1, enero-junio, 2013, 107-133. <https://www.redalyc.org/pdf/1341/134129372006.pdf>
- Marín, F.; Garrido, L.; Cisterna, D; y Aguilar, C. (2017). Experiencias didácticas a partir de la implementación de proyectos de enseñanza científica en la Educación Parvularia. *Enseñanza de las ciencias e infancia. Problemáticas y avances de teoría y campo desde Iberoamérica* 189-208. http://laboratoriogrecia.cl/?page_id=149&did=174

- Mazzitelli, C., Laudadio, J., & Guirado, A. M. (2020). Reflexiones sobre la formación inicial en ciencias naturales desde la mirada de los docentes formadores. *Revista De Enseñanza De La Física*, 32, 251–259. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/31001>
- Medina, M., Navarro, M., Alonso-García, S. (2020) La importancia de la formación inicial docente y su gestión para el acceso al mundo laboral. *IJNE: International Journal of New Education*, ISSN-e 2605-1931, N°. 6, 2020, págs. 187-200. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7759750>
- Ministerio de Educación (2018). *Bases Curriculares para Educación Parvularia*. Santiago, Chile. Subsecretaría de Educación Parvularia.
- Ministerio de Educación (2020) *LENGUAJES ARTÍSTICOS, Orientaciones Técnico-Pedagógicas para el nivel de Educación Parvularia*. División de Políticas Educativas. Subsecretaría de Educación Parvularia. Chile.
- Ogalde Careaga, I., Bardavid Nissim, Esther (2008). *Los materiales didácticos. Medios y recursos de apoyo a la docencia*. México, Trillas. Tercera edición.
- Ros, D. y Dietz, L. (2012). La construcción de la interdisciplinariedad en la educación universitaria con perspectivas a la transdisciplinariedad. *Revista Pilquen*, 14(8), 1-8.
- Tuay, R., Giordano E., Testa M., (2017) El sentido de hacer ciencia con los niños. *Enseñanza de las ciencias e infancia. Problemáticas y avances de teoría y campo desde Iberoamérica*. 91-112. Recuperado de: http://laboratoriogrecia.cl/?page_id=149&did=174
- UNESCO-OREALC. (2017). *Reporte: Educación y habilidades para el siglo XXI*. Reunión Regional de Ministros de Educación de América Latina y el Caribe, Buenos Aires, Argentina, 24 y 25 de enero 2017. Publicado por la Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe (OREALC/UNESCO Santiago). <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000250117>
- Uzcátegui, Y. y Betancourt, C. (2013) *La metodología indagatoria en la enseñanza de las ciencias: una revisión de su creciente implementación a nivel de Educación Básica y Media*.

- Vaillant, Denise (2016). Trabajo colaborativo y nuevos escenarios para el desarrollo profesional docente. <https://ie.ort.edu.uy/innovaportal/file/48902/1/trabajo-colaborativo-y-nuevos-escenarios-denise-vaillant.pdf>
- Vargas-D'unián, J., Chiroque, E. y Vega, M. (2016). Innovación en la docencia universitaria: una propuesta de trabajo interdisciplinario y colaborativo en educación superior. *Educación*, 25(48), 67-84. <https://dx.doi.org/10.18800/educacion.201601.004>
- Vega, A., y Ortega, D. (2017). Imaginario del conocimiento de los docentes: fragmentación y parcelación en los procesos de enseñanza en la escuela. *Avances En Educación Y Humanidades*, 1(2), 7-21. doi: 10.21897/25394185.1114
- Zambrano, M. (2016). LA INVESTIGACIÓN EN EL ARTE –LA RELACIÓN ARTE Y CIENCIA, UNA INTRODUCCIÓN. *Index, Revista De Arte contemporáneo*, (01), 110-116. <https://doi.org/10.26807/cav.v0i01.25>

CAPÍTULO 5

ENFOQUE DE GÉNERO Y GESTIÓN EMOCIONAL: ESTRATEGIA EDUCATIVA PARA LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE CIENCIAS⁶

Consuelo Álvarez¹ · María José Arenas¹ · Javier Alfaro¹ · Daniela Medina¹ · María Soledad Saavedra¹
consuelo.alvarez.l@usach.cl · mariajose.arenas@usach.cl ·
javier.alfaro.c@usach.cl · daniela.medina.n@usach.cl ·
maria.saavedra.u@usach.cl

¹Universidad de Santiago de Chile

Resumen: En los últimos años la incorporación del enfoque de género en la enseñanza de la ciencia ha cobrado especial relevancia por su impacto en la superación de las brechas presentes en las trayectorias educativas de hombres y mujeres. Así también lo ha sido el reconocimiento de las disposiciones emocionales en las actitudes favorables o desfavorables hacia la ciencia que definen opciones de futuro en el estudiantado. Sin embargo, en el ámbito educativo son escasas las investigaciones que entrelazan ambos enfoques y, por consiguiente, se evidencia un vacío en propuestas educativas situadas en el aula de ciencias. Este trabajo presenta una estrategia educativa en base a controversias socio-científicas orientada a Ciencias para la Ciudadanía (3° y 4° medio), que articula las dos dimensiones y las asume encarnadas en la experiencia humana, al responder a una construcción cultural de la ciencia que es necesario deconstruir. Se exponen las bases teóricas y criterios pedagógicos que dan lugar a guías para el trabajo docente y se presenta una implementación piloto en un liceo municipal de la Región Metropolitana que muestra un ideario colectivo acerca de la brecha de género en ciencia, en el cual las estudiantes reconocen causas y consecuencias.

Palabras clave: Ciencias, Enseñanza-aprendizaje, Enfoque de género, Gestión emocional, Estrategia educativa.

1. Introducción

⁶ Este trabajo se basa en el Seminario de Grado “Aportes para el fortalecimiento de habilidades para la ciencia y la vida con enfoque de género y educación emocional. Una estrategia educativa para la asignatura de ciencias para la ciudadanía utilizando controversias socio-científicas” aprobado el primer semestre del año 2022, y considera el diseño de una propuesta educativa; el presente artículo se sustenta en una fase posterior de implementación en aula escolar para estudiantes de enseñanza media de un liceo uni genérico de Santiago.

Identificar la existencia humana con el raciocinio puro, o la idea de que el ser humano puede acceder a todo lo que es posible saber por vía de su razón, supone que mente y cuerpo son entidades dispares; que razón y emoción operan por separado en el organismo y en el sistema nervioso central. Esta es la herencia cultural de occidente que, desde el siglo XVII, sustenta la ciencia y la enseñanza de la ciencia.

En este artículo presentamos una perspectiva integradora para la enseñanza-aprendizaje de la ciencia donde no sólo razón y emoción están inexorablemente imbricados, sino que también en su operar psíquico, distinguimos una cuestión primaria cultural que impacta el aprendizaje: el género.

El carácter innovador de este trabajo reside en la interseccionalidad de su propuesta: enseñanza de la ciencia con enfoque de género y gestión emocional. La revisión bibliográfica realizada reporta algunas investigaciones internacionales que consideran ambos enfoques (Burke, 2015; Dávila Acedo et al., 2016), sin embargo, no se encontraron propuestas de aplicación para el aula escolar. Considerar ambas dimensiones permite no sólo enriquecer las estrategias pedagógico-didácticas, sino también asumir la complejidad del acto pedagógico como una posibilidad cierta de reproducción o de transformación de la realidad. Es este último enfoque el que está a la base del diseño interdisciplinario de una estrategia educativa orientada a Ciencias para la Ciudadanía, en los niveles de 3° y 4° medio en el marco del currículum escolar chileno.

La manera crítica de observar el fenómeno educativo y la enseñanza de la ciencia, al negar el impacto del mundo emocional configurado por el reforzamiento de los estereotipos de género, permitieron construir perspectivas comunes que cristalizaron en el diseño de una estrategia educativa que toma cuerpo en las controversias socio-científicas y que invita al estudiantado escolar a desarrollar procesos metacognitivos de aprendizaje.

2. Aprendizaje, emociones y género en la educación en ciencias

Los estudios que abordan la dimensión afectiva en la enseñanza de las ciencias comienzan por preguntarse acerca del estado emocional que las y los estudiantes mantienen durante las clases y que posibilitan su participación y aprendizaje. En esta línea, la teoría del Flow desarrollada por Mihaly Csikszentmihaly e Isabella Csikszentmihaly (1988), plantea que existe un estado en el que una persona logra una gran conexión con la tarea realizada, las distracciones desaparecen y las sensaciones de realización hacen que la noción del tiempo desaparezca. Ese momento, llamado *estado de Flow* o *experiencia óptima*, es fruto del balance entre el propio desempeño y los desafíos propuestos por una tarea. El estado de Flow es una percepción subjetiva, un impulso que dice “algo hay por hacer” y llama a la acción y búsqueda del logro. Preguntarse por este momento de experiencia óptima en las clases de ciencia lleva a la reflexión sobre las vivencias de las y los estudiantes en el aula y sus voluntades sobre el quehacer científico escolar. La teoría del Flow nos acerca a la consideración de aspectos vivenciales subjetivos sobre el aprendizaje, que refieren a la forma en que cada estudiante puede configurar su noción de balance sobre la actividad científica que realiza. La cuestión es ¿cómo poder dar cuenta de un balance o concordancia entre una tarea científica escolar y la propia vivencia sobre la ciencia? ¿Cómo esta concordancia está cruzada por el género y por las disposiciones emocionales?

El concepto de género permitió a los estudios sociales relevar y diferenciar los elementos culturales de los datos biológicos a la hora de referirse a hombres y mujeres (Acuña, 2008; Montecino, 2003; Pautassi, 2011). Lo femenino y lo masculino refieren a construcciones culturales arbitrarias y cambiantes que se configuran en torno a estos polos relacionales (hombre/mujer), a los que se atribuyen distintos valores, poderes y posiciones sociales en las sociedades. La participación política y ciudadana, las relaciones laborales y la crianza, son algunos de los aspectos en los que la relación de género, la posición social relativa de hombres y mujeres, son evidentes. Estas relaciones se manifiestan también en la creación de conocimiento, en cuanto ésta es una actividad social, cuyo constructo

es cultural; las distinciones razón/emoción y hombre/mujer ocasionaron diferencias en el modo en que hombres y mujeres se insertaron en la producción de conocimiento (Acuña, 2008). La teoría crítica feminista de las ciencias ha expuesto que, dada la construcción inequitativa de las relaciones de género occidentales, la ciencia ha ofrecido explicaciones sobre el mundo con un sesgo androcéntrico (Camacho, 2018; Cordero Aliaga & Troncoso Araos, 2020; Harding, 1996). Así, el razonamiento científico ha sido atribuido al varón lateralizando a la mujer en el dominio emocional y permeando de objetividad la relación con el conocimiento (Jaggar, 1996; Lloyd, 1996; Marolla, 2017). En términos prácticos, son las mujeres quienes se han incorporado tardíamente a equipos de investigación y a quienes se les ha negado la imagen social sobre las ciencias puras (Acuña, 2008; Camacho 2018). Desde este enfoque, las prácticas de conocimiento son cuestiones de poder sustentada en las relaciones de dominación, resistencia, o subversión asociados a la disputa por el control del canon cognitivo. Estas relaciones se materializan en diversas instituciones, dentro de las cuales se ubican las escuelas, consagradas a la producción y reproducción de conocimientos, normas sociales e identidades (Acuña, 2008).

3. Experiencia emocional y educación en ciencias

El reconocimiento de la experiencia emocional cobra importancia en la enseñanza de las ciencias cuando se la piensa como parte del acto de conocer y actuar (Maturana, 2001) o del saber y sentir (Damasio, 2022). Estudios como el de Borrachero (2015), evidencian la relación entre el dominio afectivo y las creencias y expectativas hacia la ciencia que dirigen el aprendizaje. Sin embargo, las ideas cartesianas son preponderantes en la escuela, cuyo sentido es potenciar la habilidad para explicar aquello que está fuera de nosotros: el mundo externo y sus fenómenos, evitando hablar “desde nosotros”, de lo interno y subjetivo.

Las visiones actuales de la educación en ciencia hacen un giro al incorporar la noción de Cultura Científica, incluyendo en ella a las comunidades. Bajo este concepto el propósito educativo en ciencias se carga de valores, motivaciones, actitudes y emociones (Hugo, 2012; Vázquez & Manassero, 2007). El principio que

estrecha la relación entre la dimensión emocional y la educación científica es que el conocer y la expresión emocional pueden redirigir la acción y el pensamiento (García Retana, 2012). La histórica dicotomía razón-emoción se ha abordado en la literatura de dos formas: la primera es comprender la emocionalidad como una dimensión necesaria para el razonamiento (Borrachero, 2015; García Retana, 2012; Mora, 2012). Desde esta perspectiva, el acto de razonar necesita del despliegue de emociones puesto que son estas las que incluyen el procesamiento controlado o voluntario de la información y la urgencia de responder ante el evento que se valora (García Retana, 2012). La segunda, comprende la identidad como un mundo que emerge en relación con uno, donde el conocer es un acto emocional ya sea porque lo que se conoce tiene ya una huella emocional, (Mora, 2012) o porque la interacción con el mundo se hace a través de las emociones (Casassus, 2017; Maturana, 2001). La base del diseño educativo que presentamos se sustenta en esta vertiente.

4. Un principio para pensar sobre género y emoción en la experiencia educativa

La propuesta de este trabajo descansa en la imbricación del género y de las emociones valorando la experiencia subjetiva que habita en un cuerpo, que es histórico y que es político. Este principio, tan perteneciente a las pedagogías feministas, invita a repensar la posición del ser humano es decir, a partir de la propia identidad, deseos y necesidades, cotidianidad y experiencia vital (Maceira, 2008). Entendemos que toda educación integral debe superar la tradición que privilegia el intelecto puesto que en los espacios educativos no hay mentes incorpóreas. Es en el cuerpo donde ocurren los sentimientos, emociones, pasiones, motivaciones y representaciones. Considerar el cuerpo en el acto educativo es asumir la identidad de quien interactúa y narra, en la legitimidad de su presencia y en la potencialidad de su aprendizaje y del llegar a ser, más que de quien se es.

5. Metodología

La metodología de este trabajo es mixta en tanto considera diversidad de técnicas y de instrumentos de recogida de datos que sientan las bases para la elaboración de una estrategia educativa. En la primera fase exploratoria, se

aplicaron entrevistas semiestructuradas a fin de levantar criterios para el diseño de la estrategia educativa. Se realizaron entrevistas grupales a 11 estudiantes de tercero medio de colegios particulares subvencionados de la Región Metropolitana, y dos entrevistas individuales a profesores de ciencias en enseñanza media. Los criterios resultantes de esta etapa son los siguientes:

Tabla 1. Criterios obtenidos en la fase exploratoria

Temática	Criterios obtenidos para la propuesta	Objetivo
Relación entre el tipo de actividad y las emociones	Las actividades propuestas para la clase deben contener trabajos grupales e implicar tareas variadas.	Propiciar emociones agradables en los estudiantes y con ello fortalecer las habilidades desarrolladas en clases
La ciencia como una actividad difícil	Las actividades propuestas deben focalizarse en los procesos y desarrollo de habilidades.	Evitar las emociones como la frustración asociada a la difícil comprensión de los conocimientos científicos.
La ciencia como actividad masculinizada	Las actividades científicas deben contener alta representación femenina.	Propiciar un acercamiento de las estudiantes mujeres hacia la ciencia
Reconocimiento de la desigualdad e inequidad de género	Las actividades de problematización en género deben presentar situaciones en las que la brecha sea explícita	Desmitificar que la brecha de género es producto de características personales por sexo.

Fuente: Elaboración propia

La segunda fase, consistió en el análisis de literatura educativa que permitió la elección de dos Controversias Socio-Científicas (CSC), pertinentes a la realidad etaria del estudiantado y al nivel escolar de 3° y 4° medio. Las CSC se caracterizan por presentar problemas sociales reales, complejos y de respuesta abierta; y por tener relación con la ciencia (Domènech-Casal, 2017; España & Prieto, 2010; Sadler et al., 2017). En relación al aprendizaje, permiten empoderar a los y las estudiantes como ciudadanos y ciudadanas al buscar que participen de las decisiones tecnocientíficas que les afecten en sus entornos globales o locales (Ballesteros-Ballesteros & Gallego-Torres, 2019). Por esta razón, las CSC proponen desafíos a

estudiantes y profesores/as invitando a abordar la complejidad de problemas reales y verosímiles, situándoles en la intersección de lo científico-social.

Una vez levantados los criterios pedagógicos surgidos de una exhaustiva revisión bibliográfica y de la fase exploratoria, se construyó la estrategia educativa, que contempló una tercera fase: validación por juicio de seis expertos/as, seleccionados intencionadamente. Fueron académicos y profesores de establecimientos escolares, que cumplieron con el criterio de experiencia escolar (5 años) o su equivalente en formación inicial; el grupo debía además cumplir con el criterio de paridad, por lo que se consideraron tres mujeres y tres hombres. El instrumento de validación consistió en una encuesta remota que indaga sobre los siguientes indicadores: a) diseño y presentación, b) propósito y habilidades; c) metodología; d) ejes transversales y e) factibilidad. Los resultados cuantitativos y cualitativos de esta fase permitieron el refinamiento y la aprobación para su implementación en los espacios educativos.

6. Estrategia educativa

La estrategia educativa se construye desde un paradigma cualitativo, socio constructivista y se compone de cuatro Momentos; cada uno de ellos contiene actividades que abordan temas de ciencia, género y emociones de manera paralela de tal forma que su profundización aumenta a medida que se transita por cada Momento. El contenido general de la estrategia es la actividad científica y las discusiones asociadas a las CSC, mientras que las emociones y el género vienen a completar esta discusión desde diferentes recursos metodológicos.

Cada una de las actividades está pensada para fortalecer habilidades científicas y para la vida, y contempla orientaciones para que el/la docente pueda encaminar las conversaciones en torno a la habilidad específica que se espera fortalecer. Para presentar la estrategia se describe en primera instancia la manera en la que se trabaja con la perspectiva de género, luego con la dimensión emocional y se finaliza con un breve resumen del contenido de cada Momento.

Para el trabajo con perspectiva de género, en cada Momento se plantean preguntas problematizadoras que apuntan al reconocimiento y comprensión de la brecha de género en ciencias y en la sociedad en general. En el Momento 1 se pregunta a los y las estudiantes por sus creencias sobre las razones de la brecha de género en ciencias y su impacto en la sociedad. Más adelante, se pregunta por los aportes de trabajar con perspectiva de género en las investigaciones a propósito de una historia que relata el trabajo de la Dra. Silvia Sepúlveda sobre el mal de Chagas. Que la historia relate el trabajo de una mujer científica no es casualidad, la estrategia busca visibilizar el trabajo realizado por mujeres y para ello se han elegido noticias, historias y actividades en las que son ellas las protagonistas.

En el Momento 2, la problematización en género busca el reconocimiento de desigualdades de género en la temática de la exploración espacial; organizados en Ministerios, se les pregunta por las medidas que cada uno tomaría para abordar dicha desigualdad. El Momento 3 brinda un espacio para incluir lo aprendido en el propio trabajo en equipo para finalizar en el Momento 4 preguntando a los y las estudiantes respecto de los aprendizajes sobre la perspectiva de género y con ello las nuevas prácticas que son posibles de adoptar.

Desde lo emocional, adscribimos a que las emociones son inseparables del razonamiento en cualquier tipo de actividad; ellas actúan como potenciadoras o inhibidoras del aprendizaje. Transparentar las emociones y su consideración en las prácticas pedagógicas será el primer paso para lograr una experiencia educativa que fomente el aprendizaje, la participación equitativa por género y el pensamiento crítico de tal forma que se fortalezcan las habilidades científicas propias de una cultura científica democrática, equitativa y humanizadora. Para lograrlo, se utilizan durante la estrategia los elementos para una educación emocional presentados por Casassus (2017), estos son: estar atento, analizar información relacionado a lo emocional, apertura al mundo emocional, capacidad de pensar, escuchar, acoger a otro/a, regulación o gestión emocional.

Además, se utilizan recursos que permiten ahondar en los estados emocionales de los y las estudiantes en las clases y propiciar momentos de introspección y

reflexión respecto de las emociones y acciones propias. El primero de ellos es el E-MOOD, una adaptación de la tecnología CLEHES⁷-Mood en la que cada estudiante reconoce su estado emocional antes y después de cada clase situándose entre dos estados emocionales opuestos. Para complementar este recurso, se utiliza la rueda cromática de emociones presentada por Díaz y Flores (2001).

Tabla 2. Muestra E-Moods Momento 1

N	E-MOOD INICIAL	E-MOOD FINAL
1	<p>Se solicita a cada estudiante que registre en la pizarra su estado de ánimo según su cercanía al agrado o desagrado. Dibuje esta recta en una porción de la pizarra. Puede proporcionar banderines adheribles o plumones para el registro.</p> <p style="text-align: center;">Desagrado ----- Agrado</p>	<p>Dibuje una nueva recta con los mismos extremos que la anterior. Solicite a cada estudiante que registre en la pizarra su estado de ánimo al final de la clase. Tener ambos registros permite comparar los estados anímicos ocurrido durante la clase</p>
2	<p>Se solicita a cada estudiante que registre en la pizarra su estado de ánimo, esta vez según su cercanía con la relajación o la exaltación. Convoque a que los y las estudiantes indaguen en las sensaciones que experimentan en su cuerpo.</p> <p style="text-align: center;">Relajación ----- Exaltación</p>	<p>Para expresar el estado de ánimo final cada estudiante tendrá que escoger un sticker de WhatsApp o gif y compartirlo en el Padlet de trabajo agregando una breve descripción de por qué lo escogieron. Finalmente, invite a sus estudiantes a compartir con el grupo curso lo que han publicado.</p>

Fuente: Elaboración propia

El segundo recurso son los reportes individuales escritos. Este recurso de reporte escrito forma parte del laboratorio enactivo de la tecnología CLEHES utilizado por sus creadores M^a Soledad Saavedra y Osvaldo García y consiste en un espacio de auto-observación y des-cubrimiento propio en el que se aprende en la interacción con el otro (García & Saavedra, 2016). Estos reportes se presentan

⁷ CLEHES es una herramienta ontológica y enactiva que asume la matriz compleja del ser humano y de la cultura para la reflexión del modo de ser/estar y de las interacciones desde 6 dimensiones constitutivas y entrelazadas (Cuerpo, Lenguaje, Emociones, Historia, Eros, Silencio). Se inscribe en la cibernética de segundo orden e intenta proponer un modo de accionar que contribuya a la apertura de espacios de diseño en torno a prácticas culturales que desean ser transformadas (Saavedra, 2010). CLEHES es una herramienta ontológica y enactiva que asume la matriz compleja del ser humano y de la cultura para la reflexión del modo de ser/estar y de las interacciones desde 6 dimensiones constitutivas y entrelazadas (Cuerpo, Lenguaje, Emociones, Historia, Eros, Silencio). Se inscribe en la cibernética de segundo orden e intenta proponer un modo de accionar que contribuya a la apertura de espacios de diseño en torno a prácticas culturales que desean ser transformadas (Saavedra, 2010).

en dos oportunidades, en los Momentos 2 y 3, después de trabajos realizados en grupo.

Con el objetivo de avanzar desde una visión de ciencia como neutral, objetiva y racional hacia una visión que considera los contextos y motivaciones propias de las personas que se dedican a la ciencia, la estrategia visibiliza las emociones en el trabajo científico, tanto de personas externas como de los/as propios/as estudiantes. A continuación se describe brevemente el contenido de cada Momento con muestras de las guías diseñadas para cada uno.

Momento 1: La ciencia como actividad humana

El primer Momento busca presentar al estudiantado la relación entre la ciencia y la sociedad y con ello construir un nuevo perfil de las personas que se dedican a la ciencia, uno que incluya sus motivaciones e historias. Dentro de las actividades que deben realizar los y las estudiantes se plantea: leer noticias, contactar con científicas chilenas actuales, problematizar en torno a una historia real, jugar en equipo cumpliendo roles y sintetizar lo aprendido.

Considerando lo leído sobre el derecho de acceso a la ciencia,

¿Por qué creen que esta brecha existe?

¿Qué consecuencia genera esta brecha para la sociedad?

Converse con sus estudiantes, escuche sus opiniones, propicie el intercambio de ideas. No hay necesidad de formalizar demasiado, el concepto de género y su construcción será abordado a lo largo de toda la propuesta. Se recomienda usar 20 minutos.

Observación y recomendación:
La relación entre la posición social relativa e histórica entre hombres y mujeres y las vivencias de cada estudiante puede no ser evidente. Es posible que aparezca el factor biológico que normaliza las diferencias de género como algo natural (por ejemplo, "es normal que los hombres se interesen más en ciencia porque son más racionales") o el caso en el que no es un tema al alcance de la cotidianidad ("en mi familia no pasa eso"). Brinde espacios a las distintas opiniones y luego extienda la invitación a considerar el tema en las siguientes clases. Invite a sus

Figura 1. Extracto Guía Docente - Momento 1 - Actividad. 1
Fuente: Elaboración propia

¡CONVERSÉMONOS!

Júntate en grupo y discute las siguientes preguntas:

A) ¿Cómo se relacionan las motivaciones personales con la creación del conocimiento científico y su aporte a las sociedades?

B) ¿Qué medidas se pueden tomar para evitar que mujeres y niños/as sean los/as más perjudicados/as con esta enfermedad?

C) ¿De qué manera la perspectiva de género aporta al estudio de enfermedades como el mal de Chagas? ¿Por qué es importante considerarla en las investigaciones?

Escribe aquí una breve reflexión de la discusión.




Figura 2. Extracto Guía Estudiante - Momento 1 - Actividad. 3
Fuente: Elaboración propia

Momento 2: Formas de convivir en torno a una controversia socio-científica

En este Momento, los y las estudiantes leen noticias sobre la controversia de la exploración espacial con diferentes perspectivas sociales: económica, medioambiental, de salud, de derechos, tecnológica, entre otras, de tal forma que el grupo tenga los elementos necesarios para debatir y elaborar una postura que considere la controversia desde su diversidad de perspectivas. Las actividades que

realizan consisten en completar una red de elementos relacionados y en hacer una dramatización que represente la opinión tomada por el grupo.

Relaciones exteriores **DDHH** **Ciencia**

--- Relación entre elementos
--- de noticia **Impresión emocional del elemento noticia** --- Política al Ministerio (¿quién interviene?)

Hacia el final, habrán producido varios vínculos de distintas áreas de la vida. Aprecie la red con sus estudiantes y destaque el trabajo de todos los ministerios, así como la cantidad de relaciones socio-científicas que pueden existir alrededor de una controversia.

Finalmente, brinde un espacio para trabajar con la perspectiva género. Problematic con las siguientes preguntas:

¿Qué desigualdades de género podemos reconocer en los elementos de la red? ¿De qué manera la brecha de género en ciencia repercute en el abordaje de las problemáticas presentes en la red? ¿Y en el abordaje de las mismas desigualdades de género?

Cada ministerio deberá responder en una hoja en blanco a la siguiente pregunta:

¿Qué propondrían como ministerio para abordar alguna de estas desigualdades de género?

Figura 3. Extracto Guía Docente - Momento 2 - Actividad 1
Fuente: Elaboración propia

ACTIVIDAD N° 2: DRAMATIZACIÓN ¿MISIÓN (IM)POSIBLE?

Con toda la leída sobre exploración espacial es muy interesante conocer qué opinas al respecto:

¿Deberían los humanos dejar la tierra?
¿Están de acuerdo con la administración privada en las misiones espaciales?
¿Les parece provechosa la minería espacial?
¿Es peligroso explorar el espacio?

Forma un grupo de 6 a 8 personas. La actividad consiste en realizar una obra de teatro en la que muestren a sus compañeros y compañeras estas opiniones sobre la exploración espacial.

CREACIÓN DEL GUIÓN:

Una vez que estén en grupo, discutan estas opiniones y piensen en su obra teatral. En el diseño del guión deben incluir una descripción de los personajes, del escenario y los diálogos y acciones de cada personaje. Revisen este ejemplo de guión:

Figura 4. Extracto Guía Estudiante - Momento 2 - Actividad. 2
Fuente: Elaboración propia

Momento 3: Crear y comunicar conocimiento científico

Este Momento busca complementar el debate dándole un lugar al conocimiento científico, en el que los y las estudiantes usan, crean y comunican conocimiento científico en un contexto de controversia socio-científica local. Este Momento está pensando en el rol que tienen las personas como ciudadanas activas capaces de opinar y participar en cuestiones que les afectan directamente. Las actividades realizadas por los y las estudiantes son: problematizar en torno a la historia de la controversia respecto de la instalación de un oleoducto en la comuna de Maipú, realizar un experimento y elaborar una comunicación científica para compartir la información.

Primero hay que preparar todo para el experimento. Forma un grupo de 4 personas para comenzar a construir la maqueta. Todos los detalles de la construcción se encuentran en la guía "Simulación del acuífero". ¡Revisenla para asegurarse de tener todos los materiales necesarios!

Ten siempre a mano tu "hoja de desarrollo KWL", durante la clase te indicarán en qué momento debes rellenar cada parte. Es muy importante rellenarla de forma sincera y concentrado/a para que todo el proceso salga lo mejor posible.

Como se trata de una actividad en grupo, es importante conocer a tus compañeros/as. Piensa en las siguientes preguntas y compártelas con tu curso a través del menti:

¿Qué compromisos puedes asumir para realizar colaborativamente este experimento?
¿Qué le pedirías a tus compañeros y compañeras de grupo?

Luego, como grupo deben elegir un tipo de comunicación, piensen en sus propios talentos!
¿Qué les gustaría hacer? (Un Tik-Tok, un póster, un informe científico, una carta o la comunidad, un podcast o una nota periodística?)

Una vez que elijan el tipo de comunicación, es **MUY IMPORTANTE** que durante el experimento registren según lo que necesiten para la comunicación. Por ejemplo, el video puede servir en caso de que hagan un tik tok y las fotos pueden ser más útiles para el póster.

Figura 5. Extracto Guía Estudiante - Momento 3 - Actividad. 2
Fuente: Elaboración propia

EXPERIMENTO: SIMULANDO EL ACUÍFERO

Nombre: Fecha: Curso:

Integrantes del grupo:

Lo que sé del problema... **Lo que aprendí del problema...**

Considera aquellos aspectos que son de tu interés y aquellos conocimientos que tienes contigo. ¿Qué es lo que sabes de la situación?

Reflexiona los registros y piensa en el problema. ¿Qué conocimientos aparecieron con el experimento? ¿Es la información que necesitabas? ¿Cómo viviste el proceso de experimentación?

Lo que quiero saber **Lo que me queda por conocer**

Conecta con tu cuerpo, pensamientos y emociones respecto del problema y pregúntate: ¿Qué quiero conocer? ¿qué creo que puede pasar? ¿en qué elementos debo fijar mi atención?

La construcción del conocimiento es una tarea siempre en desarrollo a la vez que abre oportunidades de investigación autónoma. Piensa en las proyecciones del experimento. ¿Qué queda por investigar?

Figura 6. Guía de acompañamiento experimento - Momento 3 - Actividad. 2
Fuente: Elaboración propia

Momento 4: Mi personaje socio-científico

El último Momento busca recoger todas las ideas encarnadas y habilidades fortalecidas a lo largo del semestre a través de la creación de una historia representativa de cada estudiante, en el que se sitúan ellos y ellas mismas como protagonistas. Las actividades consisten en sintetizar lo aprendido en un cómic, atendiendo a las estéticas del grupo etario.

ACTIVIDAD 1: RECREANDO LO APRENDIDO	
Propósito: Resumir el trabajo de unidad	
En general: Comparten momentos significativos y crean una red de conceptos claves trabajados en la unidad	
Habilidades: Clasificar, comunicar.	Tiempo estimado: 1 HP

Para traer a la clase las diversas temáticas abordadas el grupo creará en la pizarra una red de momentos y conceptos que hayan sido significativos durante el trabajo de clase. Para eso se entrega a cada estudiante un trozo de papel en el que plasmará un par de palabras que aludan a ese momento importante. Cada aporte se pegará en la pizarra progresivamente desde la primera persona hasta la última y se agruparán según temática o momento trabajado.

Como guía puede enriquecer este momento creando preguntas de síntesis. **¿Con qué se quedan de esta clase? ¿Qué es lo más lo más gustó de esta asignatura? ¿Qué fue lo más fácil y qué fue lo más difícil? ¿Cómo se sintieron a lo largo del semestre? ¿Qué han aprendido de la desigualdad de género? ¿Qué nuevas prácticas le gustaría adoptar para abordarla?** Después de esta pregunta, invite a sus estudiantes

Figura 7. Extracto Guía Docente - Momento 4 – Actividad 1

Fuente: Elaboración propia

CREACIÓN DE LA HISTORIA
Para comenzar la historia piense en los personajes principales y secundarios, describa quiénes son y qué hacen. Luego piense en una situación central ocurrida en la historia y sus consecuencias. Por último, piense en cuál será el desenlace de la situación y en cómo terminará la historia. Considere los preguntas a continuación le permitirán acercarse a la historia. La idea es que en la historia aparezca su propia representación como científico/a.
Relación ciencia-sociedad <ul style="list-style-type: none">• ¿Qué problemática socio-científica aborda tu historia?• ¿Cuál es el rol de los personajes en la problemática?• ¿Quién acompaña al personaje de científico? ¿De qué forma?• ¿Qué tipo de vínculo alrededor del trabajo científico construyen los personajes?• ¿Cómo valora tu personaje principal el conocimiento científico?• ¿Qué tipo de discusiones sociocientíficas puedes desarrollar en tu historia?• ¿De qué manera puede aparecer la participación ciudadana en tu historia?
Motivación e intereses <ul style="list-style-type: none">• ¿Cómo son los desplantes científicos del protagonista? ¿Cuáles son los motivos?• ¿Qué decisiones toman los personajes para abordar sus desafíos?• ¿El espacio de trabajo representa al personaje principal?• ¿Cuáles son las disposiciones emocionales de tu personaje en cada momento? ¿Qué coreografía aparece a partir de ellos?• ¿Qué papel tienen las interacciones con los demás personajes? ¿cómo ocurre el intercambio de saberes?

Figura 8. Extracto guía acompañamiento - Momento 4 - Actividad 2

Fuente: Elaboración propia

7. Resultados de la implementación piloto

La implementación piloto se realizó en el Liceo Tajamar de mujeres, de la comuna de Providencia, en tercero medio electivo de biología. Para la implementación, se aplicaron tres actividades del Momento 1. Para iniciar, se presentó en clases una autoevaluación vía formulario Google a contestar in situ, que consistió en tres preguntas claves para el desarrollo del Momento: ¿Cuánto conoces sobre el derecho a la ciencia?, ¿Cuánto conoces sobre género?, ¿Cuánto conoces sobre desigualdad de género? Cada pregunta tenía la siguiente escala Likert: Nunca lo he escuchado, Sé un poco, Lo conozco y, Lo conozco y puedo explicarlo; se obtuvieron 46 respuestas.

En relación con las tres preguntas formuladas se destacan los siguientes resultados: 54% de las estudiantes nunca ha escuchado sobre el derecho a la ciencia, el 41% sabe un poco del tema de género, el 45% conoce la desigualdad de género.

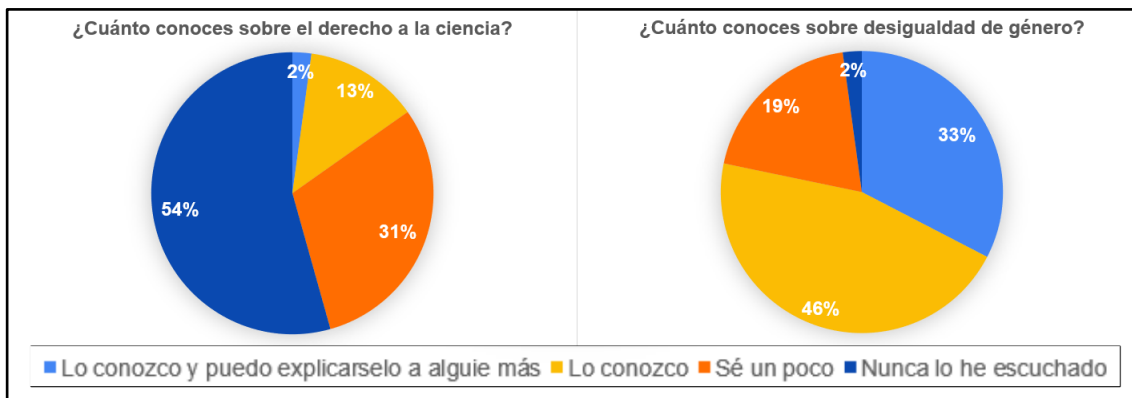


Figura 9. Resultados. Fuente: Elaboración propia

Los primeros resultados de la autoevaluación indican un alto porcentaje de estudiantes que nunca han escuchado sobre el derecho a la ciencia y un bajo conocimiento relativos al género y a la desigualdad de género. Llama la atención siendo estudiantes de un electivo de ciencia declaren este vacío ciudadano de información y de toma de conciencia del derecho a la ciencia.

La primera actividad fue “Reflexiones sobre el acceso al conocimiento” cuyo propósito fue valorar y expresar el propio interés acerca del derecho a la ciencia como gestor de equidad y desarrollo. Se analizaron seis noticias relacionadas con la temática de forma grupal con dos preguntas vía formulario google in situ: 1. ¿Qué se plantea en la noticia?, 2. ¿Qué relevancia tiene el acceso a la ciencia? En esta oportunidad destacaremos sólo las respuestas grupales de la segunda pregunta: ¿Qué relevancia tiene el acceso a la ciencia?

Tabla 3. Extracto de respuestas de estudiantes del Liceo Tajamar a la pregunta ¿Qué relevancia tiene el acceso a la ciencia?

<p><i>“Nos permite <u>avanzar como sociedad</u> y tener acceso a avances tecnológicos, científicos y médicos, estar informados, desarrollar <u>un pensamiento crítico</u>, así como promover el <u>deseo de aprendizaje</u>, y lentamente eliminar la ignorancia y <u>tabúes alrededor de las ciencias</u>”</i></p>
<p><i>“Es necesaria para evidenciar hechos, y sobre todo para <u>contextualizar</u> e informar acerca del mundo en general y cosas que para unos son normales pero tienen un gran proceso de fondo, bajando la ignorancia de la gente explicando con hipótesis y hechos”</i></p>
<p><i>“De manera interpersonal, ayuda al reconocimiento y enriquece el aprendizaje autónomo. Ayuda a que toda la comunidad tenga <u>mayor libertad con los procesos de creación</u>. Y por</i></p>

último, aumenta los ingresos en el área laboral profesional científico y tecnológica, permitiéndoles mayor oportunidad”.

“La tiene ya que en la actual Constitución no se promulga cómo derecho fundamental, y en esta nueva propuesta se concibe como patrimonio de la humanidad y el acceso a ello es lo que nos da la pertenencia como ser humano”.

Con respecto a la actividad acerca de la relevancia de la ciencia, se observa el significado y representación que le asignan tanto en sus aportes sociales como individuales: la ciencia nos permite avanzar como sociedad en lo médico, en lo científico, en lo tecnológico, en el desarrollo del pensamiento crítico, promueve el deseo en el aprendizaje, apuntando a que la ciencia es una actividad de construcción humana con procesos autónomos de aprendizaje y creatividad y que en su quehacer potencia el placer al conocimiento. Se destaca la ciencia como derecho humano, patrimonio de la humanidad y el acceso a ella nos da la pertenencia como ser humano.

La tercera actividad corresponde al momento de la problematización donde se muestra el titular “Mujer y trabajo: brecha de género en STEM⁸: la ausencia de mujeres en ingeniería y matemática”. El propósito de esta actividad es problematizar la temática de género como punto de partida ya que se desarrollará de manera transversal durante toda la propuesta educativa. Las preguntas se contestan de forma individual in situ, vía formulario Google. Ante la pregunta ¿Por qué crees que esta brecha existe? se destacan las siguientes respuestas:

Tabla 4. Extracto de respuestas de estudiantes del Liceo Tajamar a la pregunta ¿Por qué creen que esta brecha existe?

“Porque socialmente siempre se ha visto la “ingeniería” como algo masculino y debido a esto las mujeres que deciden estudiar esto son muy pocas, son vistas como algo “extravagantes” por los alumnos y el profesor, tal vez muchas mujeres se retienen de estudiar esto por eso mismo, para evitar sentirse incomodas y/o inferior en la carrera o trabajo”.

⁸ Sigla en inglés que agrupa las disciplinas científicas (Science), tecnológicas (Technology), ingenieriles (Engineering) y matemáticas (Mathematics). Se popularizó como enfoque de enseñanza en un esfuerzo por unir las áreas científico-tecnológicas para el desarrollo. También se conoce como CTIM en español.

“La brecha de género en las carreras científico-matemático tienen relación con el estereotipo que existe con respecto a la capacidad de una mujer para desenvolverse en ciencias complejas, tal como las mencionadas anteriormente. Prejuicio que no tiene ninguna relación con algún aspecto científico, meramente ese gran sentido de superioridad que se les atribuye a los hombres por supuestamente a lo largo de la historia, haber completado los más grandes descubrimientos, cuando gran parte de ellos fueron robados de sus creadoras originales, ósea mujeres”.

“Es verdad que en la ingeniería no hay muchas mujeres, y esto no es por discapacidades o diferencias físicas entre los sexos, si no por los roles de género y estereotipos que se han ido implantando en la sociedad al paso del tiempo. La Ingeniería es algo que se vio, durante mucho tiempo, como una carrera únicamente masculina. Pero esto ha cambiado en los últimos tiempos, y poco a poco más mujeres están uniéndose a este tipo de estudios”.

Por último se destacan las siguientes respuestas a la cuarta pregunta ¿Qué consecuencias genera esta brecha para la sociedad?

Tabla 5. Extracto de respuestas de estudiantes del Liceo Tajamar a la pregunta ¿Qué consecuencias genera esta brecha para la sociedad?

“Podría generar la disminución de personas interesadas en esta carrera, y esto genera menos profesionales. También continuaría la idea de que es una carrera masculina”.

“Obviamente, lo mencionado anteriormente afecta a que las mujeres no se atrevan a entrar a carreras donde en su mayoría los participantes son hombres. Sin contar que mucha gente tacha a mujeres que anhelan entrar a carreras científico-matemático, destacando que no son lo suficientemente aptas”.

“Genera la desigualdad entre pares, además de perder grandes mentes por creer que por ser mujeres son inferiores y no dignas de participar en ciencias e ingenierías”.

“Una de las muchas consecuencias es la poca motivación que entregan desde la niñez, por ejemplo a las niñas les entregan coches, muñecas, etc. A diferencia de los niños que les entregan camiones, juegos interactivos, etc., además de darles la correcta motivación escolar”.

Con respecto a la actividad de problematización de las brechas de género en ciencia, se distinguen las diferencias en relación con los roles y estereotipos de género que se han ido implementando en la sociedad a lo largo del tiempo, las mujeres se han limitado a estudiar o a trabajar en áreas de ciencias para no sentirse inferiores o incómodas en relación con los hombres. En relación con las consecuencias de esta brecha de género existe claridad de su efecto en las

desigualdades entre pares, la disminución de las mujeres en carreras de ciencias, prejuicios sobre que las mujeres no son aptas o inferiores a carreras científicas y que existen carreras científicas exclusivas para hombres.

En las respuestas abiertas recabadas, podemos evidenciar una alta sensibilización en torno a las brechas de género en ciencias y una valoración positiva de la participación de mujeres en la actividad científica; así mismo, se declara la socialización temprana como reproductora de los estereotipos de género. Sin embargo ante preguntas más conceptuales y cerradas sobre género y ciencia, se revelan porcentajes significativos de ausencia de información sobre la temática. No obstante, creemos que la problematización situada en experiencias concretas locales y globales, permite capturar elementos cognitivos que están a la base de las miradas conceptuales. Este efecto *bottom up* impulsa un proceso de aprendizaje significativo en el estudiantado escolar que, en definitiva, puede extrapolarse a otras situaciones y prácticas que inciden en las brechas de género.

8. Reflexiones finales

Llevar al aula de ciencias las temáticas de género y de gestión emocional es un reto para el profesorado que busca incidir en la transformación cultural de la sociedad, más aun considerando el currículum escolar chileno que plantea un propósito acorde al siglo XXI, en concordancia con cambios curriculares de sociedades pertenecientes a la OCDE: esto es, educar para la ciudadanía. Este desafío se ha asumido desde la investigación (aún fragmentada) que delata las consecuencias de las brechas de género en las opciones de futuro de hombres y mujeres, y de la importancia de considerar la dimensión emocional en el aprendizaje. Las aplicaciones en el aula, consecuentes con las investigaciones, son también fragmentadas. Este trabajo abre un espacio inédito e innovador de aprendizaje al entrelazar ambas perspectivas tanto desde el diseño como desde una implementación piloto en un establecimiento escolar de mujeres en Santiago. Ciencias para la Ciudadanía es una asignatura que, dada su flexibilidad, es una oportunidad para abrir estas discusiones en torno a la ciencia como actividad y como construcción humana, donde el foco sea precisamente, los intereses, las opiniones

y las motivaciones de cada estudiante. Reconocer aspectos políticos, sociales, emocionales y controversiales de la ciencia enriquece la alfabetización científica en cuanto permite diversificar recursos didácticos que pueden propiciar estados placenteros de aprendizaje. Es entonces un avance hacia una Cultura Científica que asume la complejidad y extensión del término, desarrollando habilidades científicas y habilidades para la vida que colaboren en la toma de decisiones basadas en evidencias y en la reflexión ética.

Las temáticas trabajadas en los primeros Momentos “La ciencia como actividad humana” y compartidas en la experiencia piloto sobre derecho y equidad de género en ciencias, son algunos de los aspectos sociales que permean la actividad científica. Su discusión permite abrir conversaciones hacia nuevas tensiones y problemáticas, transitando desde el derecho a la ciencia y la representatividad de la mujer en ciencias, hacia los obstáculos para la actividad científica o la reproducción de la brecha de género. A la base de ello, las disposiciones emocionales operan para avanzar o para perpetuar el estado de las relaciones sexo-genéricas. El aula y el acto pedagógico son esenciales para su deconstrucción y resignificación.

Los Momentos y actividades realizadas en la experiencia piloto permitieron evidenciar en las escolares una disposición emocional afín a la ciencia, a su función y utilidad para la sociedad; cuestiones fundamentales para su posterior desarrollo en áreas profesionales científicas, sin embargo, simultáneamente se observa falta de información sobre su relación con la construcción de una ciudadanía empoderada. Este aspecto está vinculado del mismo modo con la identidad sexo-genérica, dimensión donde se aprecia una sensibilidad significativa en las escolares, que las sitúa en una postura crítica sobre las brechas de género en ciencias, no obstante en el trasfondo de sus discursos circulan los estereotipos tradicionales. Es aquí donde se abre un campo de acción necesario y urgente en educación y donde la estrategia didáctica presentada cobra especial valor. El desafío reside entonces en conjugar estas conversaciones con los saberes de la ciencia en un trabajo situado e interdisciplinario.

Esta es una primera aproximación, como demuestra la literatura, a relevar las subjetividades encarnadas en el género y en las emociones, en la enseñanza-aprendizaje de la ciencia. Es esa tríada interseccional, compleja y desafiante, la que cristaliza en un diseño aplicable al aula.

Este punto de llegada es un nuevo punto de partida: continuar la implementación de la estrategia educativa en diversos establecimientos *uni* y *pluri* genéricos que permita aportar desde la experiencia situada y desde el aprendizaje contextual, a esta línea de investigación aplicada.

Esta experiencia no se hubiera logrado sin la colaboración de hombres y mujeres de la educación y de la ciencia, y sin la apertura de organizaciones escolares. Agradecemos el apoyo del establecimiento particular subvencionado Colegio Anglo Maipú; del Liceo Tajamar de Providencia y a los y las profesoras que formaron parte del grupo de expertos validadores del diseño de la propuesta. Agradecemos los aportes de la Dra. Johanna Camacho de la Universidad de Chile y del Profesor de Física y Magíster en Ciencias, Nelson Mayorga, de la Universidad de Santiago.

9. Referencias Bibliográficas

- Acuña, M. E. (2008). Reflexiones sobre las prácticas de producción de conocimientos. *Cinta Moebio*, 31, 14–22.
- Ballesteros-Ballesteros, V., & Gallego-Torres, A. P. (2019). La educación en energías renovables desde las controversias socio-científicas en la educación en ciencias. *Revista científica*, 2(35), 192–200.
<https://doi.org/h8kp>
- Borrachero, A. B. (2015). *Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en educación secundaria* [Tesis Doctoral, Universidad de Extremadura]. <https://doi.org/ghxkdt>
- Burke, P. J. (2015). Re/imagining higher education pedagogies: Gender, emotion and difference. *Teaching in Higher Education*, 20(4), 388–401.
<https://doi.org/jgb3>
- Camacho, J. (2018). Educación científica no sexista. Aportes desde la investigación en Didáctica de las Ciencias. *Revista Nomadías*, 25, 20.

- Casassus, J. (2017). Una introducción a la educación emocional. *RELAPAE*, 7, 121–130.
- Cordero Aliaga, S., & Troncoso Araos, X. (2020). Análisis de textos escolares de Ciencias Naturales para segundo ciclo de Educación Básica desde un enfoque de género. *Revista Nomadías*, 29, 211–235.
- Csikszentmihaly, M., & Csikszentmihaly, I. (1988). *Optimal Experience: Psychological Studies of Flow in Consciousness*. Cambridge University Press.
- Damasio, A. (2022). *Sentir y saber. El camino de la consciencia*. Ariel.
- Dávila Acedo, M. A., Cañada Cañada, F., Sánchez Martín, J., & Mellado Jiménez, V. (2016). Las emociones en el aprendizaje de física y química en educación secundaria. Causas relacionadas con el estudiante. *Educación Química*, 27(3), 217–225. <https://doi.org/jgb4>
- Díaz, J. L., & Flores, E. O. (2001). La estructura de la emoción humana: Un modelo cromático del sistema afectivo. *Salud Mental*, 24(4), 16.
- Domènech-Casal, J. (2017). Propuesta de un marco para la secuenciación didáctica de Controversias Socio-Científicas. Estudio con dos actividades alrededor de la genética. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(3), 601–620. <https://doi.org/h8kv>
- España, E., & Prieto, T. (2010). Problemas socio-científicos y enseñanza-aprendizaje de las ciencias. *Investigación en la Escuela*, 71, 8.
- García, O., & Saavedra, M. S. (2016). Una herramienta ontológica y enactiva para la educación en gestión de la convivencia. *Orientación y Sociedad*, 16.
- García Retana, J. (2012). La educación emocional, su importancia en el proceso de aprendizaje. *Educación*, 36(1). <https://doi.org/gg3w8q>
- Harding, S. (1996). Love and Knowledge: Emotion in Feminist Epistemology. En A. Garry & M. Pearsall (Eds.), *Women, Knowledge and Reality* (pp. 166–190). Routledge.
- Hugo, D. V. (2012). La competencia emocional: Una competencia subvalorada en las clases de ciencias. En E. Badillo, L. García, A. Marbà, & M. Briceño, *El*

- desarrollo de Competencias en la clase de ciencias y matemáticas* (Primera edición, pp. 181–204). Universidad de Los Andes.
- Jaggar, A. (1996). Feminism, Science, and the Anti-Enlightenment Critiques. En A. Garry & M. Pearsall (Eds.), *Women, Knowledge and Reality* (pp. 298–320). Routledge.
- Lloyd, G. (1996). The Man of Reason. En A. Garry & M. Pearsall (Eds.), *Women, Knowledge and Reality* (pp. 149–165). Routledge.
- Maceira, L. (2008). *El sueño y la práctica de sí. Pedagogía Feminista: Una propuesta* (1° Ed.). El Colegio de México.
- Marolla, J. (2017). Presencia de los estudios de género en el currículum aplicado en segundo medio en Chile. *Comunicaciones en Humanidades*, 2, 196–207.
- Maturana, H. (2001). *Emociones y Lenguaje en Educación y Política* (Décima Edición). Dolmen.
- Montecino, S. (2003). Hacia una antropología del género en Chile. En S. Montecino, R. Castro, & M. A. de la Parra (Eds.), *Mujeres espejos y fragmentos: Antropología del género y salud en el Chile del Siglo XXI*.
- Mora, F. (2012). ¿Qué son las emociones? En R. Bisquerra (Ed.), *¿Cómo educar las emociones? La inteligencia emocional en la infancia y la adolescencia* (pp. 14–23). Hospital Sant Joan de Déu.
- Pautassi, L. (2011). La igualdad en espera: El enfoque de género. *Lecciones y Ensayos*, 89, 279–298.
- Saavedra, M. S. (2010). *Una tecnología de observación y autoobservación de las prácticas socio-culturales. Las prácticas resolutivas de conflicto en los mediadores en formación*. [Tesis de grado]. Universidad de Chile.
- Sadler, T. D., Foulk, J. A., & Friedrichsen, P. J. (2017). Evolution of a Model for Socio-Scientific Issue Teaching and Learning. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 5(2).
<https://doi.org/fp58>
- Vázquez, Á., & Manassero, M. A. (2007). En defensa de las actitudes y emociones en la educación científica (I): Evidencias y argumentos generales. *Revista*

Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias., 4(2), 247–271.
<https://doi.org/hsfr>

CAPÍTULO 6

PROPUESTA DE UN MODELO DE DESARROLLO PROFESIONAL: ALCANCES TEÓRICOS-METODOLÓGICOS PARA SU IMPLEMENTACIÓN CON PROFESORES DE CIENCIAS

Eduardo Ravanal
luisravanal@santotomas.cl

Universidad Santo Tomás

Resumen: La enseñanza de la Biología y el pensamiento del profesorado, son asuntos complejos cuando se conciben como una cartografía de relaciones socio-materiales condicionantes de las decisiones y acciones del profesorado. Por eso, iniciamos un trabajo con profesores de Biología en servicio afín de proponer un modelo de desarrollo profesional (MDP) que dinamizara, en algún grado, los tránsitos del pensamiento docente cuando, colaborativamente, reflexiona y razona sobre su actividad profesional. Producto de ello, identificamos cuatro entidades constitutivas del MDP, cuya perspectiva fue de investigación-acción y enfoque en la reflexión y razonamiento docente con base en el conocimiento especializado. Las entidades son: *preocupación docente, dificultad de enseñanza, problema de enseñanza y formalización del conocimiento profesional*. Para operacionalizar la propuesta, se diseñó una estrategia metodológica específica que llamamos *RInDe con-Ciencia* (Reflexión, Interpretación y Decisión con base en el conocimiento). Evidenciamos que el MDP reconoce el carácter cognitivo y situado del aprendizaje profesional del profesorado, mientras que la metodología orienta el trabajo individual y colectivo de los participantes en procesos de reflexión. Advertimos que el MDP resulta ser funcional y explicativo, al permitir los tránsitos del pensamiento docente de niveles de menor complejidad hacia otros de mayor complejidad de sus prácticas como actividad profesional.

Palabras clave: desarrollo profesional, metodología, aprendizaje profesional, profesor, biología

1. Introducción

Uno de los principales desafíos que enfrenta la educación chilena, es formar estudiantes capaces de comprender nuevos conocimientos y desarrollar habilidades para el siglo XXI (Reimers y Chung, 2016). En esa lógica, la educación en ciencias, busca generar un conocimiento multidisciplinario que trascienda la escuela (Porlán, 2018), por su compromiso con una formación ciudadana que propenda hacia una sociedad más justa, que aprecie y respete a los demás y su

diversidad (Mansour y Wegerif, 2013). Por lo tanto, es necesario reconocer el valor de la enseñanza de la biología en las escuelas, a fin de abandonar las concepciones transmisionistas predominantes del conocimiento, habitualmente centradas en fines propedéuticos, dificultando el logro de los intereses mencionados y el desarrollo integral de las personas. Por otra parte, es necesario reconocer que las prácticas de enseñanza son procesos complejos, que entendemos como una cartografía de relaciones socio-materiales sobre la cual el profesorado actúa descentradamente. Por ello es importante pensar qué y cómo promover espacios de reflexión con el profesorado que contribuyan a comprender las prácticas en su complejidad, considerando las experiencias, pensamientos y conocimientos docentes.

En la formación de profesores de biología, las prácticas de enseñanza son un elemento clave, particularmente por su carácter contextual y establecido, sobre el cual el docente piensa, decide y actúa (Saariaho et al., 2016). Para los docentes en servicio constituyen una instancia de construcción de conocimiento profesional (Päuler-Kuppinger y Jucks, 2017) y un insumo para la reflexión permanente sobre su quehacer, en pos de su desarrollo profesional. Aun así, esto último constituye una actividad poco común en la comunidad de profesores (Fernández et al., 2011) y difícil de mantener en el tiempo (Nocetti, 2016) por eso, nos pareció importante diseñar un Modelo de Desarrollo Profesional que orientase el aprendizaje profesional del profesorado mediante una estrategia metodológica imbricada con las experiencias docentes, la reflexión individual y colaborativa y la capacidad decisoria en contextos de comunidad.

2. Marco teórico

Acerca del Desarrollo Profesional Docente

El desarrollo profesional es un proceso continuo de reflexión sobre el docente, sus aprendizajes y enseñanza (Fraser et al., 2007; San Antonio et al., 2011), con miras a mejorar la calidad de las escuelas y las prácticas docente (Desimone, 2011; Clarke y Fournillier, 2012). Para ello, el profesorado debe lograr profundizar en su conocimiento profesional (Antoniou y Kyriakides, 2011; Kang et al., 2013) y en alcanzar mayores comprensiones sobre la complejidad de las prácticas de enseñanza que promueve, cuando piensa en mejorar los resultados de

aprendizaje del estudiantado (Kang et al., 2013; Krell y Krüger, 2015). Siendo lo anterior un desafío, aún hay muchas iniciativas de desarrollo profesional que resultan desvinculadas de los problemas de las prácticas de enseñanza (Zhang et al., 2015), reportando una baja eficiencia en los aprendizajes de los docentes y también del estudiantado (Jiménez, 2018). Por eso, se necesita pensar en iniciativas de desarrollo profesional que permitan a los docentes tomar el control de su propio aprendizaje (Meijer et al., 2011) a partir de sus intereses, motivaciones o eventuales problemas de enseñanza. Sin duda, el desarrollo profesional docente, es un proceso complejo que integra esfuerzos académicos y personales conducentes a comprender cómo se aprende profesionalmente (Postholm, 2012; Demir y Qureshi, 2019) y cómo se aplica el conocimiento especializado en las prácticas de enseñanza para mayores aprendizajes estudiantiles (Ávalos, 2011). Por lo anterior, surge la demanda de la escuela y de sus profesores, de instalar focos de discusión ajustados a su tiempos, intereses, necesidades y concepciones de enseñanza y aprendizaje según contextos multiculturales sobre los cuales el profesorado debe actuar. Por eso, existe la creciente necesidad de transformar las prácticas de enseñanza (Johnson y Fargo, 2014) mediante intervenciones docentes que faciliten la creación de escenarios para que el estudiantado aumente sus potencialidades de aprender. En ello, emerge la necesidad de crear oportunidades de desarrollo profesional que respondan a dicha exigencia, tomando en cuenta el conocimiento y las experiencias docentes construidas y significadas como respuesta a las demandas estudiantiles, es decir, aprendizaje profesional.

Pese a que el desarrollo profesional permite mejorar el conocimiento y las prácticas de enseñanza del profesorado (Kang et al., 2013), algunos autores afirman que no todos los programas son efectivos en la mejora de la calidad docente (Soine y Lumpe, 2014). Aun así, hay cuestiones que nos parecen relevantes de atender cuando el deseo es promover el aprendizaje profesional del profesorado. Lo primero es reconocer que el desarrollo profesional debe estar estrechamente relacionado con lo que ocurre en la sala de clases (Soine y Lumpe, 2014), es decir, debe ser contextualizado. En segundo lugar, debe estar focalizado en un contenido específico (Kang et al., 2013; Desimone, 2011), particularmente si se desea

profundizar en el conocimiento profesional y el desarrollo de habilidades necesarias para enseñar (San Antonio et al., 2011). Entonces, podríamos plantear que el desarrollo profesional, busca enriquecer la práctica diaria del profesorado a partir de mayores comprensiones de lo que se piensa, decide y hace en las prácticas de enseñanza y su complejidad.

¿Desde dónde comenzamos a pensar el Modelo de Desarrollo Profesional?

En Chile son frecuentes las actividades de desarrollo como cursos, talleres, conferencias, seminarios e investigación, esto último constituye un tercio de las preferencias de las/los profesores (Bordón et al., 2017). Aun así, nos preguntamos ¿este tipo de actividades logran ampliar el conocimiento del profesorado para su uso? ¿se logra el desarrollo de sus habilidades para enseñar en el contexto escolar?, ¿favorecen la comprensión de las experiencias profesionales? ¿representan una fuente generadora de conocimiento profesional deseable para mejorar las prácticas de enseñanza? A priori, podríamos decir que sí, aunque los más críticos podrían cuestionarlo. A nuestro modo de ver, las actividades de desarrollo profesional están, incuestionablemente, ancladas a la reflexión como un actividad cognitiva docente dinamizadora, en la que reconocemos un supuesto importante; que todo el profesorado reflexiona, y que además, lo hacen bien. Por cierto, el supuesto nos llevó a pensar en un modelo que garantice la actividad cognitiva de reflexión, independiente del tipo y calidad, pero que sí sea capaz de recoger la idea de que las/los profesores constituyen una comunidad profesional, con experiencias y conocimientos especializados necesarios de explorar para orientar el diseño de un modelo de desarrollo imbricado con las prácticas de enseñanza.

El modelo que proponemos comenzó reconociendo los aportes de Thomas Guskey (2002) a través de la pregunta ¿cómo ocurren los cambios de actitud y creencias del profesor? El modelo de Guskey describe una secuencia temporal de eventos en contextos de desarrollo, asumiendo que los profesores cambian su práctica de enseñanza después de una actividad de desarrollo profesional, cuando observan que esto conduce un cambio favorable en los resultados de aprendizaje de los estudiantes. En ese momento, logramos reconocer que el desarrollo debe ser

considerado como un proceso articulado, continuo y situado, nunca como un evento (Guskey, 2002).

Con el afán de hacer del desarrollo un proceso continuo y articulado, comenzamos por reconocer que los cambios en la actitud, creencias y conocimiento del profesorado de Biología, debía ser posterior a los cambios en la práctica. Por esa razón, evocar situaciones de las prácticas de enseñanza como acciones intencionadas, representaron una posibilidad para tensionar las creencias del profesorado, así como problematizadores de lo que se cree hacer en la sala de clase. No obstante, esas intenciones debían estar debidamente orientadas y, para eso, los aportes de Laura Desimone (2011) nos resultaron valiosos. Para ella, el desarrollo profesional exige la consideración de ciertas características centrales, esto es, contenido, aprendizaje activo, coherencia, duración y participación colectiva. Sin embargo, el carácter lineal del proceso todavía nos parecía complejo de abordar, considerando que el pensamiento del profesorado es muy sofisticado. En ese contexto, las aportaciones de Clarke y Hollinsworth (2002) y el modelo interconectado, nos permitió entender que un modelo de desarrollo articulado, continuo, situado, focalizado y activo, también reconoce que el aprendizaje profesional puede adoptar diferentes vías, donde la reflexión activa y deliberada lleva a inferencias que promueven cambios en la disposición cognitiva de las/los profesores, sus prácticas y los resultados de aprendizaje. La experiencia nos lleva a plantear que los profesores tienen preferencias personales por ciertas actividades de aprendizaje en contexto del desarrollo profesional; por eso, dichas actividades deben ser seleccionadas por ellos, además de ser flexibles, abiertas, adaptables y altamente dinamizadoras del pensamiento y el discurso del profesorado.

¿Por qué un Modelo de Desarrollo Profesional centrado en la actividad cognitiva del profesorado?

La reflexión docente ha sido considerada una herramienta de profesionalización docente (Galaz et al., 2011) y esencial para el desarrollo y aprendizaje sobre la enseñanza de una disciplina (Kirkman y Brownhill, 2020). Para Bothelo (2012), cuando el profesorado busca desentrañar si los marcos de referencia predominantes están reflejados en sus actuaciones, hablamos de una

reflexión para la verificación, empero cuando el propósito es ayudar a transitar hacia planos de mayor complejidad, con el objeto de comprender las dinámicas y relaciones particulares que suceden en las prácticas de enseñanza, hablamos de una *reflexión para el desarrollo*. Lo anterior, nos lleva a inferir que la reflexión en el profesorado es una actividad cognitiva compleja, que obliga, entre otras, un diálogo interno y de cuestionamiento personal, de modo de otorgar sentido y valor a las acciones que median y caracterizan su enseñanza (Imbernón, 2007), comprendiendo la heterogeneidad de los pensamientos que los docentes evocan al describir o explicar lo que viven en su quehacer pedagógico (Ovens y Tinning, 2009).

Pensar en un modelo de desarrollo para el profesorado, cuyo pivote es el aprendizaje profesional en contextos de reflexión como una actividad cognitiva gravitante, significa que el valor del proceso de desarrollo está en hacer de la reflexión una acción consciente y decidida a recuperar una experiencia vivida para comprenderla en profundidad, extrayendo significados que favorezcan la construcción de conocimiento especializado (Moon, 2004), es decir, una *reflexión para el desarrollo*. Por lo tanto, la reflexión debe ser con rigor y profesionalidad, pero a la vez orientada, situada e imbricada con el quehacer diario del profesorado. Cada experiencia, cada acción, significa una particularidad necesaria de entender y reconstruir profesionalmente, por eso, es necesario comenzar a trazar trayectorias de pensamiento que contribuyan a ello. Adicionalmente, estar conscientes de que no podemos hacer de la reflexión, la solución a todas las vicisitudes de la enseñanza de la disciplina; no existen soluciones generales que respondan cabalmente a todas las demandas de las particularidades en las prácticas de enseñanza. Empero si ayudar(nos) a comprender la complejidad de los procesos de enseñanza, como una serie de microciclos significados por las/los docentes que obliguen una profundización a partir de nuevos focos analíticos y de entendimiento profesional. En ese marco, surge la necesidad de trabajar junto a profesores de Biología en servicio en el diseño e implementación de un Modelo de Desarrollo Profesional que permita reconceptualizar la enseñanza de la Biología consciente del valor de la actividad cognitiva con base en el conocimiento y experiencia profesional.

Objetivos del estudio

- (1) Diseñar un Modelo de Desarrollo Profesional mediante la identificación y análisis de las creencias, experiencias y actividad cognitiva del profesorado de Biología en servicio, para trazar una ruta de pensamiento que los ayude a ampliar las comprensiones de las prácticas de enseñanza y su complejidad.
- (2) Operacionalizar un Modelo de Desarrollo Profesional a través del diseño y aplicación de una estrategia metodológica que oriente la actividad cognitiva del profesorado para sus aprendizajes.

Pregunta de investigación

¿Cuáles son las entidades de un Modelo de Desarrollo profesional (MDP) que ayuden a trazar una ruta de pensamiento en el profesorado de Biología en servicio para comprender las prácticas de enseñanza y su complejidad?

3. Marco metodológico

Optamos por un diseño mixto prospectivo comprendido entre el año 2015 – 2017. Para identificar las entidades del modelo de desarrollo utilizamos el cuestionario con escala de valoración Likert, workshop, entrevista episódica y, observación y análisis participante de una clase de Biología. La investigación distingue dos fases de investigación, una de tipo declarativo que captura información sobre la disposición cognitiva de los participantes (creencias, conocimientos) y otra de tipo procedimental, que focaliza en la diseño, implementación y análisis de clases.

Participantes

Fase 1. Nivel declarativo del profesorado: Cuestionario, workshop y entrevista episódica

Participan del estudio 81 profesores de Biología en servicio del sistema educacional chileno, quienes respondieron un cuestionario de creencias sobre la *Preparación y Enseñanza de la Biología* de manera autónoma y consentida (Ravanal et al., 2018). El 65,1% de los profesores que contestaron el cuestionario tienen menos de 40 años, y el 9,6% de ellos tiene más de 60. La edad promedio (\pm 1 desviación estándar) de acuerdo con el género (i.e., masculino, femenino) fue similar (mujeres 38,4 \pm 10,4 años y hombres 38,3 \pm 10,8 años), el 74,1% correspondía al género

femenino. Los años de experiencia profesional ($11,1 \pm 9,21$ años) muestran una alta variabilidad. Del total, 75 profesores (93,0%) se desempeñan solo en establecimientos educacionales de alguna de las siguientes dependencias: municipal (financiamiento total del Estado), particular subvencionado (financiamiento estatal parcial) o particular pagado. Los seis restantes trabajan en establecimientos de más de una dependencia. El 30,6% de los profesores atiende a estudiantes de 1º a 4º año de secundaria cuyas edades fluctúan entre los 14 y 17 años en promedio. Del total de participantes, el 18,8% enseña tanto a estudiantes de primaria —niños de entre 10 y 13 años— como de secundaria.

En un segundo momento, se invitó a la totalidad de profesores que contestaron el cuestionario a que participaran voluntariamente de una serie de workshop (WS) orientados hacia la enseñanza de la Biología. Entre 2015 y 2017 se realizaron 3 WS que convocaron a un total de 14 profesores. El primer WS estuvo compuesto por 5 docentes de Biología, de los cuales el 80% (4) de ellos son profesores experimentados (>10 años de experiencia docente), el 20% restante (un profesor) tenía un año de experiencia profesional. El segundo WS estuvo compuesto inicialmente por 8 profesores. El 87,5% de ellos, son profesores experimentados y el 11,5% restante (un profesor) es principiante, este participó, además, del primer WS. Antes del cierre del segundo WS, se retiraron dos profesores experimentados. El tercer WS, estuvo compuesto por 3 profesoras experimentadas. De los participantes, un profesor experimentado participó del primero y segundo WS.

En un tercer momento, se invitó a la totalidad de los docentes que contestaron el cuestionario a una entrevista episódica, a ella accedieron 15 de ellos. La edad de los entrevistados fluctuó entre los 24 y 65 años. Los años de experiencia profesional se distribuyeron en 6 participantes entre 0-5 años, 6 participantes entre 6-10 años y 3 participantes de 15-20 años —mayoritariamente mujeres—. La mayoría de los entrevistados (70%) trabajan en establecimientos de dependencia municipal o con subvención parcial del Estado.

Fase 2. Nivel procedimental del profesor: Observaciones de clase

En esta fase, se solicitó a los participantes de la entrevista realizar una videograbación de una de sus clases de Biología. Acceden a la solicitud nueve de los 15 profesores entrevistados. Estos participantes cuentan con una experiencia profesional entre 6-15 años. Las clases videograbadas (9) fueron transcritas totalmente para su análisis. Posteriormente, se invitó a los profesores a realizar un análisis personal y profundo de la clase realizada. Accede a la invitación un profesor con 12 años de experiencia, un docente que atiende a estudiantes entre 14 y 18 años. La experiencia con este profesor la catalogamos como un estudio de caso único intrínseco, dado que nos interesó explorar sus esquemas de pensamiento sobre sus prácticas de enseñanza a raíz de su positiva autopercepción sobre el trabajo docente.

Instrumentos y recogida de información

Cuestionario: Tomando en cuenta los aportes de Contreras (2010), diseñamos y validamos el cuestionario *Pensamiento y Acción sobre la preparación y enseñanza de la biología* en torno a dos dimensiones: Preparación y Enseñanza de la Biología. Cada dimensión representa dos planos a explorar: Pensamiento y Acción. A su vez, cada plano atiende a una visión epistemológica particular, tradicional (T) o constructivista (C). El propósito de la aplicación fue explorar las creencias epistemológicas sobre la preparación y enseñanza de la biología, para desarrollar posteriormente los grupos de discusión. Algunos resultados se detallan en uno de nuestros trabajos (Ravanal, et al., 2021a).

Workshop sobre la enseñanza de la biología. El objetivo fue profundizar en las concepciones acerca de la enseñanza de la biología en los profesores de biología. Cada WS, se organizó en 6 sesiones de trabajo de 120 minutos cada una. Con excepción del último WS que consideró 5 sesiones de trabajo. Todas las sesiones se organizaron en torno a tres momentos, que fueron: (i) recuperación conceptual; (ii) abordaje de la tarea y, (iii) evaluación metacognitiva de la sesión (Ravanal, 2016). En todas las sesiones se construyeron andamios para regular la actividad de aprendizaje con los participantes, con esta estructura: presentación del caso o situación, explicitación de un dilema y/o controversia y pregunta mediadora. Un ejemplo de esta estructura se puede revisar en Ravanal (2022).

Entrevista episódica: este tipo de entrevista asume que el participante almacena conocimiento de sus experiencias (Flick, 2014). En paralelo, se pretende centrar la atención del profesorado en sus experiencias relevantes sobre la enseñanza. El acceso de los participantes a esta etapa de investigación fue por muestreo teórico y convoca a 15 profesores, de los cuales 4 participaron del GD1 y los restantes fueron seleccionados a partir del análisis del cuestionario. El objetivo fue identificar indicadores de una práctica de enseñanza efectiva. Para complementar la información se realizan 4 entrevistas grupales focalizadas en las finalidades de la enseñanza de la biología y la gestión del salón de clases. Mayores detalles de los análisis de las entrevistas y los descriptores e indicadores acerca de las prácticas de enseñanza, que derivaron de ellas en Ravanal (2019).

Observación y análisis de clases. La última etapa se orienta a la observación y análisis de clases (20 en total), el objetivo central fue identificar situaciones reales del quehacer del profesor que surgen de la práctica de enseñanza. Posteriormente, se intensifica el análisis, considerando para ello, la participación de uno de los profesores, quien voluntariamente participa del análisis personal e individual de una de sus clases de biología. Esta etapa de investigación fue organizada en 5 sesiones de trabajo, todas conducidas por el autor de este capítulo. La primera, consistió en la video-grabación de una de sus clases de biología. Las 4 sesiones siguientes combinaron observaciones participantes y entrevistas focalizadas. El análisis cualitativo de la información permitió identificar tres categorías relevantes: preocupaciones del profesor, acciones de enseñanza y dificultades de enseñanza sobre el tema de membrana celular. Mayores detalles del trabajo se pueden encontrar en Ravanal et al. 2021b.

La reducción de los datos para las etapas que ofrecen datos textuales, se realizó un análisis cualitativo del contenido, usando el software Atlas-ti 7.0. El análisis se inició con una codificación abierta y luego, una selección de códigos frecuentes. Esto permitió identificar las entidades del modelo según la representación de sus participantes en distintas etapas de la investigación.

4. Resultados

Lo primero que nos gustaría plantear, es que cuando se piensa en un modelo de desarrollo profesional cuyo pivote es la reflexión sobre las prácticas de enseñanza. Y sus propósitos son los aprendizajes profesionales en torno a la práctica y su complejidad, el modelo debe:

- (1) Ser activo y estar imbricado con el aprendizaje del profesorado (Soine y Lumpe, 2014).
- (2) Considerar que el desarrollo profesional transita por ciertos dominios, tales como: *personal, externo, práctica y de consecuencias* (Clarke y Hollingsworth, 2002)
- (3) Reconocer que el aprendizaje del profesorado adopta una perspectiva cognitiva y otra situada (Borko, 2004) de las experiencias que se logran significar (Ravanal et al., 2021b).
- (4) Focalizarse en el requerimiento profesional necesario para enseñar un conocimiento específico (Desimone, 2009; Van Driel y Berry, 2012; Rozenszajn y Yarden, 2014).

El trabajo que hemos realizado y los antecedentes que hemos recogido, nos permite plantear tres premisas para este Modelo:

- a) El desarrollo profesional docente, está influenciado por el estadio de desarrollo del profesor o profesora. Este puede estar focalizado en el *estudiante*, en el *contenido* o en el *mismo profesor*. Este último, el estadio de desarrollo inicial que caracteriza al profesorado cuando lo situamos en la enseñanza (Kugel, 1993).
- b) El desarrollo profesional docente, está influenciado por los espacios de reflexión definidos para ello, reconociendo, desde el pensamiento del profesor/a, espacios concretos y abstractos. Las preocupaciones profesionales son la expresión inicial y la vía de acceso primaria a la reflexión sobre la acción. La construcción de problemas de enseñanza y la formalización teórica del mismo, representan vías de acceso terminales, por su mayor nivel de complejización. Representando en este momento un desafío de investigación y de desarrollo en sí mismos para nuestro equipo.

- c) El desarrollo debe permitir identificar lo que el profesorado necesita aprender (Vaillant & Marcelo, 2015) y, al mismo tiempo, lograr comprender qué y cómo lo aprendido permite enfrentar un problema de enseñanza.

El Modelo de Desarrollo Profesional que surge del trabajo con profesores de Biología en servicio, está delimitado por cuatro entidades, que describimos a continuación:

- i) *Preocupaciones profesionales*, es una representación intrapersonal compuesta por inquietudes y sentimientos (Hall et al., 1991), que orientan el pensamiento docente hacia factores que resultan atractivos (George et al., 2013). Este nivel personal es un proceso de selección consciente sobre aquello de la actividad docente que contraría la relación de la enseñanza pre e interactiva con los resultados de aprendizajes esperados (Ravanal et al., 2021c). En este nivel, predominan los atributos favorables o restrictivos de la actividad profesional, con base en las experiencias del profesor (Paramasveran y Nasri, 2018) sobre la base de una reflexión descriptiva de la situación sin mediar análisis.
- ii) *Dificultades de enseñanza* sitúa al profesorado en el plano de la reflexión sobre la acción. El objetivo es tomar conciencia de todas aquellas acciones de enseñanza que facilitan pero que al mismo tiempo restringen los aprendizajes del estudiantado (son dos caras para una misma moneda). En ese sentido, la *dificultad de enseñanza* es la construcción que hace el profesorado, cuando en el análisis de sus acciones de enseñanza, logra advertir el carácter limitador de la acción en los aprendizaje de algunos de sus estudiantes.
- iii) *Problemas de enseñanza* se concibe como una familia de dificultades de enseñanza (aquí se considera sólo una de las cara de la moneda, las restrictivas). Su abordaje implica reflexividad, es decir, transitar indistintamente entre la teoría y práctica y/o viceversa. La teoría adquiere sentido cuando está en función de los problemas de enseñanza; de lo contrario, ella no será de ayuda para mejorar la práctica (Klein, 1992). Por lo tanto, este nivel busca otorgar sentido y promover el diálogo entre teoría-práctica/práctica-teoría.
- iv) *Formalización de conocimiento para la práctica*: Este es el estado en que el profesorado formaliza su conocimiento profesional y lo materializa en su

práctica(s) de enseñanza(s). Es un nivel dinámico, cambiante y de intercambio entre pares. Aquí, el profesorado alcanza mayor autonomía para pensar cómo atender un problema de enseñanza. En este nivel se busca favorecer la integración de la acción y la teoría en distintos niveles —epistemológicos, psicológicos y didácticos— para configurar esquemas de pensamiento racional-práctico .menos causales y más complejizados-.

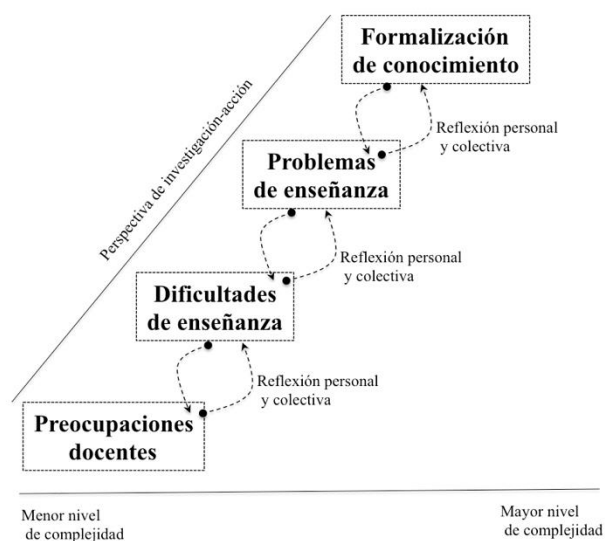


Figura 1. Modelo de Desarrollo Profesional Docente derivado del trabajo investigativo con profesores de Biología en servicio. Elaboración propia

Operacionalización del Modelo de Desarrollo: Estrategia metodológica de reflexión, interpretación y decisión conscientes del valor del conocimiento profesional (RINDE con-Ciencia)

Un modelo de desarrollo profesional docente expresado como modelo teórico funcional y explicativo, requiere de formas que conjuguen el pensamiento, las actuaciones, los discursos y sentimientos del profesorado en un contexto de debate, tensión y conversaciones profundas, por esa razón fue necesario diseñar una metodología derivada del modelo que satisficiera dichos propósitos.

En esta ocasión y tomando en cuenta los modelos teóricos base que sostienen el modelo de desarrollo propuesto, diseñamos una metodología que operacionaliza los sentidos profundos del modelo y la naturaleza del profesorado.

La metodología fue denominada como: *RInDe con-Ciencia*; por representar una forma particular de promoción de reflexiones descriptivas, afectivas, discriminantes, deliberativas y teóricas (Lefebvre, 2016) y, además, por constituirse como una manera propia de “releer” -interpretar- las acciones y situaciones de enseñanza que selecciona y discute un profesor/a desde sus creencias, conocimiento y experiencias. Finalmente, optamos por una metodología por recogiera el carácter individual y colaborativo de la reflexión docente, para la toma de decisiones basada en el conocimiento profesional. Esto último, un desafío que seguimos abordando.

Etapas de la estrategia metodológica de desarrollo profesional, RInDe con-Ciencia según las etapas del Modelo de Desarrollo profesional

La estrategia *RInDe con-Ciencia*, ha sido descrita en 4 momentos y 12 procedimientos relacionados con el modelo de desarrollo base (Figura 2). Para iniciar, el profesorado selecciona una situación de planificación o enseñanza de interés, que nosotros hemos descrito como casos y presentamos en una tarjetas de color azul y rojo (ver Figura 1).



Figura 2. Imagen visual de RInDe con-ciencia e interacción de profesores

Luego, los equipos de trabajo siguen las instrucciones (cuadernillo de color negro), y de manera autónoma abordan cada momento. La riqueza está en el contenido de las discusiones y acuerdos que adoptan los grupos cuando interactúan entre ellos y con el panel de trabajo (foto 2 de la Figura 2). Como muestra la Figura 3, cada momento: preocupaciones, dificultades, problemas y formalización, describe una serie de procedimientos, cuyo objetivo es regular, de alguna manera, la actividad. La información que surge de los equipos de trabajo, ya sea individual o colectiva, se registra en un pos-it, el que luego se coloca en el panel de trabajo. El sentido es mantener la atención sobre el foco de discusión, así también, como una forma de sistematizar información relevante para cada momento de la estrategia.

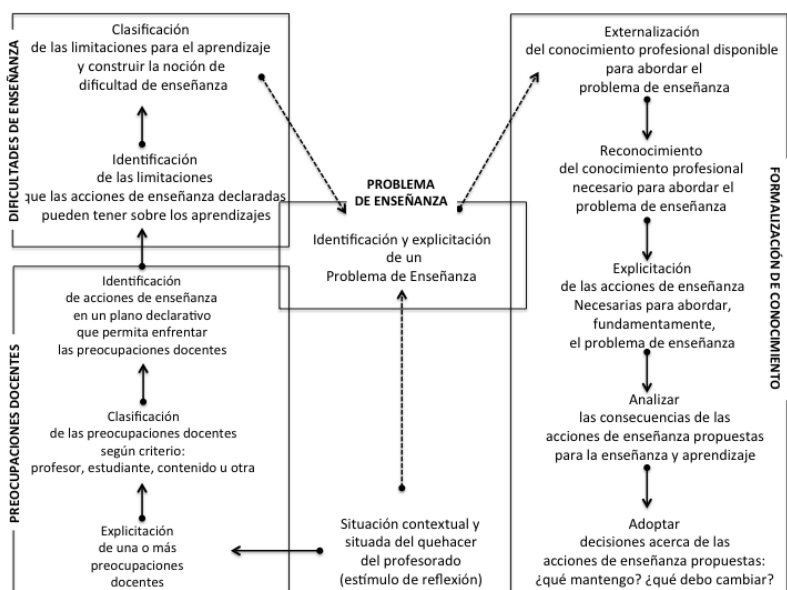


Figura 3. Momentos de la estrategia *RInDe con-ciencia*. Elaboración propia

Para algunos profesores la metodología *RInDe con-ciencia*, permitió identificar “sus” preocupaciones y las características de una dificultad de enseñanza, especialmente, cuando el objetivo fue generar soluciones a problemas específicos y contruidos como colectivo. Adicionalmente, la estrategia permitió compartir ideas de diferentes puntos de vista, que sin una instancia de discusión como la vivida, sería difícil de visibilizar o externalizar. Se ha valorado la ruta, como una secuencia de pasos, para construcciones individuales y colectivas a partir de discusiones entre pares y compartir razones para encontrar consensos. Algunas textualidades derivadas de la experiencia con *RinDe con-ciencia*, como herramienta de instrumentalización del modelo, se muestran a continuación:

Me permite reflexionar sobre mis propias prácticas pedagógica... Lo favorable es que la dinámica va nutriendo las prácticas personales (Max).

Creo que es una buena herramienta para identificar y dar respuesta a nuestras inquietudes dentro del aula y una forma concreta de reconocer qué conocimiento profesional necesitas (Karla).

Lo favorable es que a partir de una dinámica educativa es posible descubrir, desde nuestra perspectiva profesional, ciertas dificultades de la educación escolar chilena. Lo desfavorable, es que el tiempo es muy breve (Camilo).

5. Reflexión final

El trabajo con profesores de Biología en servicio, ofrece una variedad de experiencias de enseñanza, que espontánea e inicialmente se expresan sobre asuntos disonantes entre la relación del profesorado (enseñanza) y el estudiantado (aprendizajes), en esa relación, hay un núcleo de tensión, que identificamos como preocupaciones docentes. Adicionalmente, evidenciamos que la trayectoria de pensamiento que promueve el Modelo de Desarrollo, favorece la puesta en común del profesorado, generando sentido de pertenencia a un colectivo que comparte preocupaciones, dificultades y problemas, mediante reflexiones descriptivas, afectivas, experienciales, deliberativas y críticas, aspecto que valoramos, por el sentido genuino del modelo y su relación con la promoción de una práctica reflexiva como herramienta de profesionalización y transformación.

La estrategia metodológica *RInDe con-Ciencia*, resulta una herramienta plausible para operacionalizar el modelo. Es atractiva, orientadora y fácil de usar e implementar, por lo tanto, una oportunidad para que el profesorado, a través de la metodología, tenga el control de sus aprendizajes y lideren sus propios espacios de reflexión, asunto pendiente, pero muy relevante a nuestro juicio.

El Modelo de Desarrollo Profesional propuesto, reconoce al profesorado como un profesional de la enseñanza; portador y promotor de un conocimiento especializado que permite atender, interpretar y pensar en los motivos que subyacen a una acción docente particular; es decir, permite justificar el porqué de la práctica de un docente. La experiencia con el profesorado de Biología en servicio, a través del modelo de desarrollo y la estrategia metodológica *RInDe con-ciencia*, permitió reconocer la importancia de la reflexión docente individual y colectiva, pero también, permite evidenciar la necesidad de promover mayores espacios de razonamiento, esto significa, reconocer que la actividad cognitiva del profesorado se mueve entre la reflexión y el razonamiento; dos formas distintas de pensar(se) una situación. Al mismo tiempo, podemos advertir que el profesorado tienen todas las condiciones para liderar y dinamizar discusiones profundas, cuando los focos de atención son compartidos, son claros y están bien delimitados. Eso nos lleva a

pensar que el aprendizaje profesional no es un asunto que deriva de un agente externo (muchas veces denominado experto), sino más bien, que ocurre por las decisiones del propio profesorado. Esto aunque parezca trivial, creo que es necesario volver a plantearlo con el objeto de relevar el carácter autónomo del profesorado con sus aprendizajes.

El trabajo que hemos desarrollado, nos permite reafirmar que el profesorado posee un alto compromiso con su actividad y aprendizaje profesional. Se evidencia alta disposición a discutir en profundidad sobre las situaciones del aula y de su quehacer profesional, cuestión que movilizó al profesorado de zonas de *comodidad profesional* a zonas de tensión e incertidumbre cognitiva; a nuestro modo de entender, un indicador de aprendizaje profesional.

Adicionalmente, sentimos la necesidad de reconocer y ratificar el carácter profesional del profesorado y concebirlo como un sujeto propositivo, desafiante, cuestionador, crítico y colaborador. Además de nobleza profunda, al permitir(nos) compartir el valor de sus experiencias y de las construcciones profesionales que declara e implementa, para hacer de la enseñanza de la Biología un escenario plausible de promoción de justicia social y oportunidades auténticas de desarrollo para todos y todas.

6. Referencias Bibliográficas

- Antoniou, P., y Kyriakides, L. (2011). The impact of a dynamic approach to professional development on teacher instruction and student learning: results from an experimental study. *School Effectiveness and School Improvement*, 22(3), 291–311. <https://doi.org/10.1080/09243453.2011.577078>
- Ávalos, B. (2011). Teacher professional development in *Teaching and Teacher Education* over ten years. *Teaching and Teacher Education*, 27(1), 10-20. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2010.08.007>
- Bordón, P., Canals, C., Rojas, S., y Serra, C. (2017). Desarrollo profesional de los docentes. En Centro de Estudios (MINEDUC). *Contextualización de la enseñanza en Chile. Resultados de la encuesta internacional TALIS 2013* (pp. 49-88). Santiago, Chile: Ministerio de Educación.

- Borko, H. (2004). Professional development and teacher learning: Mapping the terrain. *Educational Researcher*, 33(8), 3-15.
- Clarke, P. A., y Fournillier, J. B. (2012). Action research, pedagogy, and activity theory: Tools facilitating two instructors' interpretations of the professional development of four preservice teachers. *Teaching and Teacher Education*, 28(5), 649–660. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2012.01.013>
- Contreras (2010). *Las creencias y actuaciones curriculares de los profesores de ciencias de secundaria de Chile*. (Tesis doctorado, Universidad Complutense de Madrid). Recuperada de <http://eprints.ucm.es/11624/1/T32362.pdf>.
- Demir, K., y Qureshi, A. (2019). Pakistani science teachers' experiences of professional development: A phenomenological case study. *Journal of Science Teacher Education*. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2019.1607707>
- Desimone, L. M. (2009). Improving impact studies of teachers' professional development: Toward better conceptualizations and measures. *Educational Researcher*, 38(3), 181-199.
- Desimone, L. M. (2011). A Primer on Effective Professional Development. *Phi Delta Kappan*, 92(6), 68–71. <https://doi.org/10.1177/003172171109200616>
- Fernández, Nistal, M., Pérez Ibarra, R., Peña Boone, S., Ibarra, M. y Magdalena, S. (2011). Concepciones sobre la enseñanza del profesorado y sus actuaciones en clases de ciencias naturales de educación secundaria. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 16(49), 571-596.
- Flick, U. (2014). *La gestión de la calidad en investigación cualitativa*. Morata.
- Fraser, C., Kennedy, A., Reid, L., y Mckinney, S. (2007). Teachers' continuing professional development: contested concepts, understandings and models. *Journal of In-Service Education*, 33(2), 153- 169. <https://doi.org/10.1080/13674580701292913>
- Galaz, A., Fuentealba, R., Cornejo, J. y Padilla, A. (2011). *Estrategias reflexivas. La formación de profesores y de formadores de profesores*. Instituto de Ciencias de la Educación: LOM

- George, A. A., Hall, G., y Stiegelbauer, S. M. (2013). *Measuring Implementation in Schools: The Stages of Concern Questionnaire* (3rd ed.). Southwest Educational Development Laboratory.
- Guskey, T. (2002). Professional development and teacher change. *Teachers and Teaching: theory and practice*, 8(3/4), 381-391. <https://doi.org/10.1080/135406002100000512>
- Hall, G., Newlove, B., George, A., Rutherford, W., y Hord, S. (1991). *Measuring change facilitator stages of concern. A manual for use of the CFSoc Questionnaire*. Center for Research on Teaching and Learning, University of Northern Colorado.
- Jiménez, M. (2018). *Y llega uno y se estrella con un montón de cosas. La inserción profesional de profesores de ciencias naturales*. Editorial Universidad de Antioquia.
- Johnson, C. y Fargo, J. (2014). A study of the impact of transformative professional development on hispanic student performance on state mandated assessment of science in elementary school, *Journal Science Teacher Education*, 25(7), 845-859. <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9396-x>
- Kang, H., Cha, J. y Ha, B. (2013). What Should We Consider in Teachers Professional Development Impact Studies? Based on the Conceptual Framework of Desimone. *Creative Education*, 4(4A), 11-18. <https://doi.org/10.4236/ce.2013.44A003>
- Klein, M. (1992). A perspective on the gap between curriculum theory and practice. *Theory into Practice*, 31(1), 191-197.
- Krell, M. y Krüger, D. (2015). Testing models: A key aspect to promote teaching activities related to models and modeling in biology lessons? *Journal of Biological Education*, 50(2), 160-173. <https://doi.org/10.1080/00219266.2015.1028570>
- Kugel, P. (1993). How professors develop as teachers. *Studies in Higher Education*, 18 (3), 315-328.
- Lefebvre, J. (2016). *Étude des catégories de réflexion sur l'action d'enseignantes et d'enseignants novices à l'ordre d'études collégiales, secteur technique* (Tesis de

- doctorado, Université de Sherbrooke). Repositorio institucional - Université de Sherbrooke.
- Mansour N. y Wegerif R. (2013) Why science education for diversity? En N. Mansour y R. Wegerif (Eds.), *Science Education for Diversity. Theory and Practice* (pp. ix-xx). Springer.
- Meijer, P., de Graaf, G., y Meirink, J. (2011). Key experiences in student teachers' development. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 17(1), 115-129. <https://doi.org/10.1080/13540602.2011.538502>
- Nocetti, A. (2016). *Experiencia de reflexión del estudiantado de pedagogía en educación media en Biología y Ciencias naturales en las asignaturas de práctica pedagógica y profesional en una universidad de la región del Bío Bío* (Tesis doctoral). Universidad de Barcelona, España.
- Paramasveran, R., y Nasri, N.M. (2018). Teachers' concerns on the implementation and practice of i-THINK with Concern Based Adoption Model (CBAM). *Creative Education*, 9 (14), 2183-2191. <https://doi.org/10.4236/ce.2018.914159>
- Päuler-Kuppinger, L. y Jucks, R. (2017). Perspectives on teaching: Conceptions of teaching and epistemological beliefs of university academics and students in different domains. *Active Learning in Higher Education*, 18(1), 63-76. <https://doi.org/10.1177/1469787417693507>
- Porlán, R. (2018). Didáctica de las ciencias con conciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 36(3), 5-22. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2795>
- Postholm, M. (2012). Teachers' professional development: a theoretical review. *Education Research*, 54(4), 405- 429.
- Ravanal, E. (2016). Coordinación y aprendizaje en una comunidad de práctica con profesores universitarios. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 15(29), 15-28.
- Ravanal, E. (2022). Focos de la práctica reflexiva: algunos pendientes necesarios de atender según la experiencia con profesores de Biología en servicio. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 21(46), 12-29

- Ravanal, E. (2019). Descriptores e indicadores de una práctica de enseñanza efectiva según profesores de biología en servicio. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 46, 123-137.
- Ravanal, E., López-Cortés, F., y Rodríguez, L. (2018). Creencias de profesores chilenos de biología sobre la preparación de la enseñanza. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(3), 3601. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i3.3601
- Ravanal, E., López-Cortés, F., y Amórtegui, E. (2021a). ¿qué creen y qué hacen profesores chilenos al enseñar biología en Educación Secundaria? *Enseñanza de las Ciencias*, 39(1), 157-174. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3024>
- Ravanal, E., Cabello, V., López-Cortés, F., y Amórtegui, E. (2021b). The reflective practice as a tool for making tacit knowledge explicit. *Practice Reflective*. <https://doi.org/10.1080/14623943.2021.1930527>.
- Ravanal, E., Cabello, V., López-Cortés, F., Amórtegui, E., y Joglar, C. (2021c). Preocupaciones docentes y las Etapas de desarrollo de profesores chilenos de Biología. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación REXE*, 20(42), 213-232. <https://doi.org/10.21703/rexe.20212042ravanal13>
- Reimers, F., y Chung, C. (2016). Estudio comparativo de los propósitos de la educación en el siglo XXI. En F. Reimers y C. Chung (eds.), *Enseñanza y aprendizaje en el siglo XXI. Metas, políticas educativas y currículo en seis países* (pp. 13-38). Fondo de Cultura Económica.
- Rosenzajn, R. y Yarden, A. (2014). Expansion of biology teachers' pedagogical content knowledge (PCK) during a long-term professional development program. *Research in Science Education*, 44(1), 189-213. <https://doi.org/10.1007/s11165-013-9378-6>
- Saariaho, E., Pyhältö, K., Toom, A., Pietarinen, J. y Soini, T. (2016). Student teachers' self- and co-regulation of learning during teacher education. *Learning: Research and Practice*, 2(1), 44-63. <https://doi.org/10.1080/23735082.2015.1081395>

- San Antonio, D.; Morales, N. y Moral, L. (2011). Module-based professional development for teachers: a cost-effective Philippine experiment. *Teacher Development*, 15, 2, 157 – 169.
- Soine, K. M. y Lumpe, A. (2014). Measuring characteristics of teacher professional development. *Teacher Development*, 18(3), 303-333.
- Vaillant, D & Marcelo, C. (2015). *El ABC y D de la formación docente*. Narcea.
- Van Driel, J., y Berry, A. (2012). Teacher profesional development focusing on pedagogical content knowledge. *Educational Researcher*, 41(1), 26-28. <https://doi.org/10.3102/0013189X11431010>
- Zhang, M., Parker, J., Koehler, M., y Eberhardt, J. (2015). Understanding inservice science teachers`needs for profesional development. *Journal Science Teacher Education*, 26(5), 471-496. <https://doi.org/10.1007/s10972-015-9433-4>.

CAPÍTULO 7

REDISEÑO DE UN MODELO FORMATIVO EN CIENCIAS PARA PROFESORES DE PRIMARIA DEL SIGLO XXI

Marianela Navarro¹ · Gabriel Icekson¹ · María Trinidad, Sánchez¹ · Patricia
Moreira² · Christine Yeomans¹
mnavarroc@uandes.cl · gicekson@miuandes.cl · mtsanchez@uandes.cl ·
pmoreira@arizona.edu · cyeomans@uandes.cl

¹Universidad de los Andes, Chile

²University of Arizona, Estados Unidos

Resumen: En un mundo impregnado de ciencia y tecnología resulta urgente proveer una enseñanza científica de calidad desde edades tempranas. Esta meta tiene implicancias directas en la formación inicial del profesorado de educación primaria. A la luz de antecedentes que aporta la literatura y de un diagnóstico interno de un programa universitario de pedagogía en educación primaria, surge la necesidad de reformular la formación inicial docente en ciencias naturales. El propósito de este capítulo es divulgar un modelo formativo en ciencias naturales para futuros profesores de educación primaria que enseñarán en aulas del siglo XXI, el cual surge de un trabajo colaborativo, analítico y reflexivo de un equipo de formadores. El modelo contempla un Plan Común (componente principal), con tres cursos de aprendizaje de las ciencias naturales, los que se sustentan en referentes teórico-didácticos que se trabajan de manera progresiva y una Mención de Ciencias Integradas (componente complementaria), en la que se aborda la interdisciplinariedad. Asimismo, contempla la reflexión continua del docente en formación que aprende y enseña. A través de la divulgación de este trabajo buscamos aportar a la discusión y análisis crítico de la formación del profesorado de educación primaria en ciencias naturales que ofrecen las universidades.

Palabras claves: Educación primaria, formación inicial docente; didáctica de las ciencias naturales; modelo formativo; programas de estudio.

1. Introducción

En un siglo XXI, impregnado de ciencia y tecnología, la necesidad de una educación científica de calidad es una prioridad para la gran mayoría de los sistemas educativos, siendo parte importante de los currículos de educación primaria en Latinoamérica (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, [Unesco], 2017, 2020). En efecto, la enseñanza temprana de las ciencias naturales (CCNN) promueve en los niños y niñas la curiosidad, la

capacidad de maravillarse con nuestro entorno, el hacerse preguntas y la satisfacción de encontrar respuestas; promueve también la flexibilidad del pensamiento, el respeto por la evidencia y el deseo de seguir aprendiendo (Unesco, 2020). Desarrolla además actitudes favorables hacia la ciencia y promueve la alfabetización científica (Mazas y Bravo Torija, 2018; Unesco, 2020).

Debido a la relevancia de la enseñanza de la ciencia, los sistemas educativos a nivel mundial han establecido la alfabetización científica como el propósito de la enseñanza en la escuela (Lederman y Bartels, 2018; Sanmartí y Marchán, 2015) siendo Chile parte de esta definición (Ministerio de Educación, [Mineduc], 2012a). En consecuencia, se espera que un estudiante alfabetizado científicamente sea capaz de desenvolverse exitosamente en situaciones en las que están presentes la ciencia y la tecnología, situaciones que además sean significativas para ellos, su comunidad, y la humanidad en su conjunto (Romero-Ariza, 2017). Por ejemplo, comprometerse con la preservación del medioambiente o el cuidado de la salud (Unesco, 2020), como un ciudadano reflexivo, informado y responsable (Harlen, 2010; Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, [OCDE], 2017; Unesco, 2017).

El desarrollo de la alfabetización científica se une con la necesidad de potenciar el trabajo interdisciplinario, que ayuda a los niños y niñas a comprender y conectar la multitud de conocimientos fragmentados que se ofrecen típicamente en las escuelas (Daugherty y Carter, 2018). A diferencia de las clases tradicionales de ciencias, las clases que integran disciplinas requieren que los estudiantes trabajen juntos para resolver problemas mientras desarrollan su pensamiento crítico, creativo, sus habilidades de investigación y de experimentación (Chen et al., 2019; Daugherty y Carter, 2018; Unesco, 2022; Vieira y Tenreiro-Vieira, 2016).

Pese a la relevancia de una educación científica de calidad, diversos estudios señalan que las futuras generaciones no están siendo preparadas con los conocimientos y habilidades necesarios en CCNN para un mundo cada vez más globalizado (Appleton, 2007; Cofré et al., 2010; Valverde y Näslund-Hadley, 2010). De acuerdo con estos autores, esto se debe a programas deficientes, recursos inadecuados y falta de preparación del profesorado en CCNN, en cuya enseñanza

predomina la transmisión de contenidos, en ocasiones erróneos, y en la promoción de la memorización. Esto no es algo menor, una enseñanza científica deficiente tiene impactos sociales importantes, pues hoy más que nunca se requiere de ciudadanos conscientes y activos ante la pérdida de la diversidad biológica, el cambio climático, la degradación del suelo, la contaminación, etc. y la escuela no puede estar ajena a estos desafíos globales (Lugo Blanco et al., 2022). Asimismo, la falta de alfabetización científica puede atraer a las personas hacia ideas pseudocientíficas peligrosas a nivel individual y comunitario, siendo los movimientos antivacunas un caso ejemplar de esta situación (Galloso, 2017).

El aspirar a una educación científica de calidad desde edades tempranas, que responda a las demandas del siglo XXI, a la alfabetización científica, a la interdisciplinariedad, a la promoción de actitudes favorables hacia la ciencia, etc., tiene implicancias directas en la formación inicial del profesorado de educación primaria (Vergara y Cofré, 2008). En efecto, la formación inicial es tal vez la dimensión más crítica para la mejora de la calidad de la educación (Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura, [OEI], 2010; Unesco, 2006). En este sentido, es crucial contar con buenos profesores de CCNN desde la educación primaria, pues ellos serán los primeros representantes de la comunidad científica con la que los niños y niñas tendrán contacto (Michaluk et al., 2018; Navarro et al., 2021).

Sin embargo, el desafío de la formación del profesorado de educación primaria en CCNN es complejo de abordar, pues ellos son formados como generalistas, donde ésta es una de las muchas disciplinas que enseñarán en la escuela, además de historia, geografía y ciencias sociales, matemática, lenguaje, entre otras (Díaz, 2020; Fuentes y Mosquera, 2019; Mineduc, 2012b). Esto ocurre en Chile y en muchos países de la región (Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe, [Orealc], 2006). Asimismo, programas de formación docente en primaria brindan escasas oportunidades de vivenciar procesos de aprendizaje en los cuales el profesorado en formación participe activamente del desarrollo de prácticas científicas (Cofré et al., 2010), a pesar de la influencia que este tipo de actividades tiene en su formación (Martínez Chico et al., 2014;

Windschitl, 2003). Esta estructura se transforma en un factor preocupante cuando lo que se busca en la actualidad es el desarrollo de estas prácticas en sus futuros estudiantes. De esta manera, las aspiraciones de una educación científica de calidad e integral, en búsqueda de la alfabetización ciudadana, se torna lejana cuando los futuros docentes no han participado en experiencias que los formen a ellos como ciudadanos alfabetizados científicamente.

A la luz de los antecedentes reseñados, como equipo nos surgió la siguiente interrogante: ¿Cómo fortalecer el modelo formativo en ciencias naturales, de los futuros docentes de educación primaria, para el desarrollo de conocimientos y habilidades requeridos en el siglo XXI? Si bien existe una diversidad de modalidades para formar a un docente para enseñar ciencias, quizás tantas como programas existen, el propósito de este trabajo es divulgar un modelo formativo en CCNN para futuros profesores de educación primaria que enseñarán en aulas chilenas del siglo XXI. De este modo, no pretendemos mostrar una forma correcta de formar profesores, pues cada modelo formativo es indisociable de un contexto particular. En este sentido, a través de la divulgación de este trabajo, buscamos aportar a la discusión en las instituciones formadoras del profesorado de educación primaria en la generación de nuevos modelos formativos o en el análisis crítico de los ya existentes.

Rediseñar el modelo formativo surge de una necesidad de reestructuración de la malla curricular, que consideró la extensión de la carrera de pedagogía en educación primaria de cuatro a cinco años. Así, la nueva malla contempla tres cursos de Aprendizaje de las CCNN, que todo estudiante debe completar (Plan Común) y los futuros profesores deberán optar por una Mención en Ciencias Integradas o bien Humanidades Integradas.

Es importante destacar que el modelo formativo propuesto se sustenta en un trabajo colaborativo, analítico y reflexivo de un equipo de formadores de futuros profesores de primaria y en referentes teórico-didácticos que se presentan en el siguiente apartado.

2. Referentes teórico-didácticos que sustentan el modelo formativo

Existe un amplio consenso, que para que los estudiantes logren buenos aprendizajes en ciencias, la calidad de sus profesores es clave (Abell, 2007; National Research Council, 2012). ¿Qué es aquello que deberían saber los profesores de ciencias además de los conocimientos sobre la disciplina a enseñar?

El modelo propuesto por Shulman (1987) constituye un marco referencial para la formación docente, pues ha permitido comprender los tipos de conocimientos específicos que se requieren para una buena enseñanza. Estos son, el conocimiento del contenido (CK, Content Knowledge), que corresponde a los conceptos, teorías, procedimientos, creencias sobre la disciplina y el conocimiento pedagógico del contenido (PCK, Pedagogical Content Knowledge), que es aquel que desarrollan los profesores con el fin de ayudar a otros a aprender. De esta manera, de acuerdo con la propuesta de Shulman, se espera que un buen profesor de ciencias integre los conocimientos adquiridos durante su formación desarrollando un robusto CK y PCK (Talanquer, 2004). En consecuencia, las instituciones formadoras de docentes deberán propender a desarrollar este tipo de conocimientos en los futuros docentes, como ya se ha reportado en experiencias de algunos programas de formación docentes de ciencias en Chile (Marzabal et al., 2016) .

Autores como Grossman (1990) y Magnusson et al. (1999), profundizan en el concepto de PCK, distinguiendo subcomponentes específicos para la enseñanza de las ciencias. Así, según estos autores, las orientaciones del profesorado sobre la enseñanza de las ciencias, el conocimiento del currículum, el conocimiento de las estrategias para la enseñanza, de la evaluación y el conocimiento de cómo aprenden los estudiantes y sus dificultades constituyen piezas que son importantes de considerar en la formación de profesores de ciencias (Magnusson et al., 1999; Vergara y Cofré, 2014).

En el caso particular de Chile, recientemente se cuenta con nuevos estándares para carreras de pedagogía (Mineduc, 2021) los cuales se fundamentan en literatura actual sobre los tipos de conocimiento que se espera debe desarrollar un docente, incorporando de manera explícita el concepto de PCK mencionado anteriormente. De esta manera, y en coherencia con los estándares, el programa al

que hace mención este capítulo, busca formar egresados con dominio de conocimientos pedagógicos, didáctico disciplinares y profesionales propios de la educación primaria, capaces de favorecer el desarrollo integral de los estudiantes y lograr aprendizajes efectivos en las distintas asignaturas. Esta meta se materializa en una malla curricular que contiene cursos de diferentes áreas de formación y que en su conjunto buscan desarrollar el perfil deseado.

Como ya fuera señalado, la alfabetización científica de niños, niñas y jóvenes implica una comprensión de la ciencia que va más allá de los conceptos y los procedimientos de investigación propios de las CCNN. En esta línea Bell (2009) ha identificado tres dominios de la ciencia, cuyo desarrollo permitirá progresar hacia una adecuada comprensión multidimensional de ésta: 1) ciencia como un cuerpo de conocimientos; 2) ciencia como un conjunto de procedimientos y 3) ciencia como una forma de saber. De estas dimensiones, la primera y la segunda son más familiares y concretas, pues incluyen conceptos, teorías y leyes que se encuentran en los libros de texto, y la variedad de métodos que se utilizan para generar esos conocimientos. La tercera dimensión describe la naturaleza de la ciencia (NOS) o bien la naturaleza del conocimiento científico, concepto abstracto que incluye aspectos de historia, sociología y filosofía de la ciencia. Se conoce también como epistemología de la ciencia, que consiste en comprender cómo es y cómo se genera el conocimiento científico (Bell, 2009). Con respecto a esta última, y su incorporación en la enseñanza de las CCNN, ha sido particularmente fructífera y robusta en algunos países de occidente, especialmente en las naciones anglosajonas (Abd-El-Khalick y Lederman, 2000; Acevedo, 2008; Klopfer, 1992; Lederman, 1992). En el caso particular de Chile, Cofré et al. (2010) han sugerido la incorporación de NOS en los programas de formación inicial docente, en pos de hacer de esta un cuerpo de conocimiento integrado, que resultan de suma importancia en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la ciencia.

Por otra parte, considerando las tendencias internacionales, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE] (2019) en su Marco de Aprendizaje 2030, propone que los sistemas educativos desarrollen no sólo conocimiento disciplinar, procedimental y epistémico, sino que además se incorpore

la interdisciplinariedad, puesto que permite comprender y resolver problemas complejos, por ejemplo los propuestos por la agenda de desarrollo sostenible para este siglo (Beri y Riccardi, 2019; Daugherty y Carter, 2018; Espinoza Sánchez, 2019; Olivo-Franco, 2019; ONU, 2015; Unesco, 2022). Para que el docente pueda desarrollar la interdisciplina y una integración curricular efectiva, autores como Erickson et al. (2017) proponen un modelo curricular que busca construir la interdisciplinariedad a partir de un enfoque conceptual, de Grandes Ideas, sentando las bases para la transferencia a otras áreas del saber. En este modelo la información factual, organizada en torno a tópicos, es examinada a través de conceptos esenciales, permitiendo la identificación de conexiones y patrones y con ello la formulación de generalizaciones, que en el campo de las ciencias se asocian a principios, teorías y Grandes Ideas.

Por lo tanto, un programa de formación inicial docente, pensado para educación primaria del siglo XXI, debe incorporar una visión más amplia de la ciencia, que complemente el conocimiento disciplinar con las dimensiones procedimentales y epistemológicas de la misma. Además, debe sentar las bases conceptuales para una transferencia del conocimiento científico a otros marcos que permita la interdisciplinariedad (Bell, 2009; Beri y Riccardi, 2019; Olivo-Franco, 2019; Adúriz-Bravo, 2005; National Research Council, 2012; OCDE, 2019). Asimismo, no es suficiente que el futuro profesor de primaria cuente con un buen dominio disciplinar y metodológico en CCNN, la reflexión pedagógica es una habilidad fundamental. Por ello, un programa formativo de futuros docentes debe contemplar la reflexión como una oportunidad para aprender a través de la experiencia, estimular el pensamiento reflexivo y la reconstrucción del conocimiento (Tagle, 2011). Considerando todos los elementos expuestos, constituye un desafío de las instituciones formadoras de docentes, el diseño de programas formativos acordes a las necesidades de formación inicial docente actuales.

3. Metodología

Contexto en el que se desarrolla el modelo formativo

La necesidad de rediseñar un nuevo modelo formativo de didáctica de las ciencias naturales para futuros profesores de educación primaria, surge de un

diagnóstico interno en la Universidad y Facultad donde se encuentra la carrera de Pedagogía en Educación Primaria. El diagnóstico consideró, en primer lugar los resultados de la Evaluación Nacional Diagnóstica (END)⁹, los que evidenciaron la necesidad de fortalecer la formación científica del futuro profesorado hacia aspectos didácticos, poniendo foco en cómo aprenden ciencia los niños, y cómo se debe planificar una docencia efectiva para el logro de dichos aprendizajes. En segundo lugar se consideró la visión de los egresados de la carrera de pedagogía en educación primaria, quienes percibían como debilidad de su formación la ausencia de una mención disciplinar, pues esta permite obtener la Bonificación al Reconocimiento Profesional, que complementa su salario (Ley 20.903). Por último, la visión de tanto de los empleadores como de los egresados coincide en que la carencia de una mención los hace menos atractivos al momento de insertarse laboralmente.

En suma, la evidencia empírica señalada (resultados de la END, información aportada por empleadores y egresados en procesos de autoevaluación) y de la propia experiencia de los académicos formadores, daban cuenta de una desarticulación disciplinar didáctica. Se configura así una valiosa oportunidad para repensar en forma completa la formación en ciencias naturales que se ofrecía a los futuros docentes de pedagogía en educación primaria. Esta oportunidad se materializa en la reestructuración de la malla curricular, la que se sustenta en los sólidos referentes teórico-didácticos expuestos en el marco y en un trabajo colaborativo y reflexivo de un equipo de académicos de la carrera.

Participantes

El rediseño del modelo formativo para futuros profesores de educación primaria se realizó de manera colaborativa entre 5 académicos de una Facultad de Educación de una Universidad privada de la Región Metropolitana de Chile, perteneciente al Consejo de Rectores de Universidades Chilenas. Tres de ellos

⁹ La Evaluación Nacional Diagnóstica (END) corresponde a una evaluación de carácter obligatorio que se rinde en todas las instituciones que forman profesores en Chile a un año del egreso de los estudiantes. Su propósito es entregar información a las instituciones formadoras para que estas puedan tomar decisiones formativas previas a la inserción laboral.

cuentan con postgrados (magíster o doctorado) en didáctica de las ciencias naturales; la cuarta integrante es doctora en ciencias biológicas y la quinta es magíster en educación y es la directora de formación didáctica de la Facultad.

Procedimiento

El trabajo de rediseño del modelo formativo se realizó durante el año 2021, a través de reuniones periódicas, en las cuales se analizó y reflexionó en torno a los programas de cursos que constituyen la línea formativa en el área de las ciencias naturales. La pregunta que guió el trabajo de creación fue: ¿Cómo fortalecer el modelo formativo en ciencias naturales, de los futuros docentes de educación primaria, para el desarrollo de conocimientos y habilidades requeridos en el siglo XXI?

Para abordar esta pregunta general se trabajó en base a las siguientes preguntas específicas ¿Qué conocimientos requiere un docente de educación primaria que enseña ciencias naturales en el siglo XXI? ¿Qué habilidades requiere un docente de educación primaria que enseña ciencias naturales en el siglo XXI? Una vez definidos ambos elementos surge la interrogante ¿Cómo incorporar estos conocimientos y habilidades de manera coherente y progresiva en los programas de curso que conforman el modelo formativo en didáctica de Ciencias Naturales?

El modelo formativo de ciencias naturales para futuros profesores

A partir de los referentes teórico-didácticos planteados en el apartado anterior, se elaboró el modelo formativo de ciencias naturales para futuros profesores de educación primaria. El modelo consiste en un Plan Común y en una Mención de Ciencias Integradas (Figura 1).

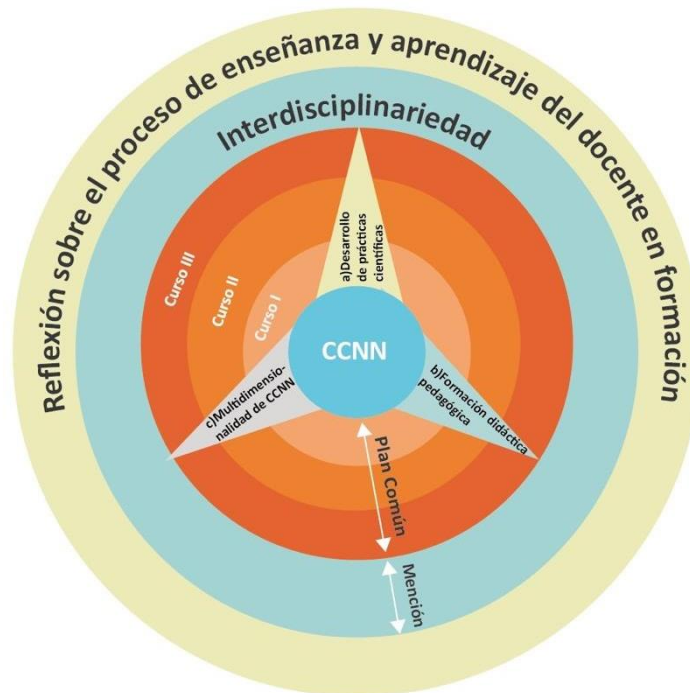


Figura 1. Modelo formativo de ciencias naturales para futuros profesores de educación primaria.

Fuente: elaboración propia

El Plan Común constituye el componente curricular principal y es la mayor innovación del modelo. Este consta de tres cursos de Aprendizaje de las CCNN (curso I, II y III), que progresivamente abordan aspectos epistémicos, didácticos, disciplinares y pedagógicos. Estos cursos se encuentran representados en las tres primeras circunferencias de la Figura 1, desde dentro hacia afuera. La gradiente de color anaranjado representa la progresión intencionada de habilidades científicas en coherencia con tres principios orientadores, simbolizados por las “aspas” centrales:

- a) Desarrollo de prácticas científicas. Se busca que los docentes en formación desarrollen paulatinamente su propio conocimiento del contenido (CK), en conjunto con las habilidades propias de las CCNN, de manera que la integración de ambas dimensiones dé lugar al desarrollo de prácticas científicas. Se ha considerado esta dimensión en base a los lineamientos de marcos sobre la enseñanza y aprendizaje, los que señalan la importancia del desarrollo de estas prácticas para el entendimiento de las ciencias (NCR 2012), y en consecuencia promover seguridad y autonomía en futuros profesores sobre el qué enseñar.

Así, en los cursos I, II y III se espera que los futuros docentes tengan oportunidades en las cuales desde la mirada de estudiantes tengan una experiencia de aprendizaje en la cual construyan y apliquen su conocimiento y habilidades científicas. En la búsqueda de la introducción gradual, el curso I desarrolla habilidades en torno al uso de fuentes y la comunicación de ideas científicas. Mientras que en los cursos II y III se progresa en torno al conocimiento de las prácticas de investigación resaltando la necesidad de actualización constante debido a la naturaleza evolutiva del conocimiento científico.

- b) Formación didáctica pedagógica. Esta dimensión busca que los docentes en formación desarrollen una mirada del aprendizaje de las ciencias como proceso y producto, de manera que sean capaces de acompañar bajo una mirada socio-constructivista el aprendizaje de sus estudiantes, aproximándose hacia una autonomía profesional. Para ello, en primer lugar, se presentan un conjunto de oportunidades de reflexión sobre las características de una clase de ciencias, para posteriormente trabajar en el diseño de repertorios didácticos pedagógicos (curso I). En segundo lugar, se profundiza en el enfoque de indagación científica para la enseñanza de las CCNN (curso II), y finalmente (curso III) abordar la enseñanza y aprendizaje de las CCNN desde la modelización con el objetivo de apoyar principalmente el desarrollo de explicaciones en base a evidencias (Gunckel, 2010; Krajcik y Merritt, 2012). Así al término de los cursos I, II y III, se espera robustecer formalmente el PCK de los futuros docentes mediante la construcción del conocimiento sobre enfoques y estrategias de enseñanza, necesidades de los estudiantes en diversos tópicos en ciencias, nutriendo sus orientaciones sobre la enseñanza y ampliando su conocimiento sobre el currículum de ciencias en primaria.
- c) Multidimensionalidad de CCNN. Se busca que los docentes en formación progresen paulatinamente en una comprensión holística de las CCNN, atendiendo a las tres dimensiones de la ciencia planteadas por Bell (2009): 1) Un cuerpo de conocimientos; 2) Un conjunto de métodos/procesos y 3) Una forma de saber. Estas son trabajadas, de manera transversal e integrada, en

todos los cursos del Plan Común, profundizando paulatinamente en sus características e interrelaciones.

La Mención de Ciencias Integradas, dado su carácter opcional entre esta y la Mención de Humanidades Integradas, es un componente curricular complementario en el Modelo. Esta se sustenta sobre la base de los cursos de aprendizaje de las CCNN del Plan común poniendo el foco en la interdisciplinariedad. A través de la Mención se busca desarrollar, en los futuros profesores, un pensamiento integrador que les permita profundizar, tanto el conocimiento científico como sus formas de razonar y actuar, para el diseño e implementación de experiencias de aprendizaje acorde con las necesidades educativas del siglo XXI (OCDE, 2019) (Figura 1). La Mención está formada por cuatro cursos: Grandes Ideas de las Ciencias; Grandes Ideas en Matemáticas; Integración curricular en Ciencias; Diseño e implementación de Unidades Integradas en Ciencias. Los primeros dos promueven la comprensión de grandes ideas o conceptos asociados a las CCNN y matemáticas (Erickson y French, 2017) y los dos restantes entregan herramientas para la planificación de estrategias didácticas que favorecen el desarrollo interdisciplinario, como el Aprendizaje Basado en Proyectos.

Finalmente, la reflexión sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje del profesor en formación corresponde a un eje articulador que engloba la totalidad de la línea formativa en CCNN. En efecto, no es suficiente que el futuro profesor de primaria cuente con un buen dominio disciplinar y metodológico en CCNN, la reflexión pedagógica es una habilidad fundamental. Por ello, un programa formativo de futuros docentes debe contemplar la reflexión como una oportunidad para aprender a través de la experiencia, estimular el pensamiento reflexivo y la reconstrucción del conocimiento (Tagle, 2011). En nuestro modelo, la reflexión pedagógica se materializa en cada uno de los cursos del Plan Común y de la Mención a través de análisis reflexivos y metacognitivos en torno a los elementos didáctico-disciplinares incorporados a lo largo de la formación.

4. Reflexiones finales

A lo largo de este capítulo presentamos el rediseño de un modelo formativo universitario para futuros profesores de educación primaria que enseñarán ciencias en aulas del siglo XXI. Este ha sido el resultado de un trabajo colaborativo y reflexivo de un grupo de formadores de futuros docentes y se ha sustentado en sólidos referentes teórico-didácticos.

Se trata de un modelo formativo innovador por cuanto desarrolla gradual y progresivamente distintos principios orientadores que en su conjunto abordan los aspectos más importantes del desarrollo de los docentes de primaria, en el área de las CCNN. Además, este modelo formativo se complementa con la interdisciplinariedad, lo que otorga a este programa una característica diferenciadora de otros programas que forman profesores de educación primaria.

En la actualidad, el modelo está en su fase de implementación en la que nos hemos encontrado con dos desafíos importantes. Primero, los estudiantes ingresan a la carrera de educación primaria con un conocimiento disciplinar deficiente en CCNN. Si bien, en Chile las carreras de pedagogía son carreras universitarias, para las cuales se debe rendir una prueba de admisión a la educación superior; es ya conocido que no son las más selectivas (Ávalos, 2004; Bastías-Bastías y Iturra-Herrera, 2022; Cox et al., 2010). Asimismo, en nuestra facultad realizamos evaluaciones diagnósticas a los estudiantes que ingresan y hemos constatado un dominio deficiente de los contenidos disciplinares en CCNN. Este es un escenario a resolver y como institución formadora de profesores estamos en un proceso de evaluación de las posibles acciones a implementar en esta línea.

Segundo, si bien la evidencia sostiene que la integración disciplinar responde a una necesidad del siglo XXI (Daugherty y Carter, 2018), esto ha implicado una doble dificultad en la implementación del modelo. Por una parte, los estudiantes de la carrera provienen de una educación escolar fragmentada en asignaturas, con aprendizajes en CCNN aislados y descontextualizados de la vida diaria y, por otra, los establecimientos educacionales trabajan escasamente la integración curricular (Olivo-Franco, 2019). En efecto, de acuerdo con nuestro modelo estamos formando profesores para un contexto que continúa bajo el “paradigma del asignaturismo” y

ante esto se requiere un trabajo importante con los futuros docentes y con los centros donde se realizan las prácticas, para promover en las escuelas una visión más holística del aprendizaje de las CCNN (Beri y Riccardi, 2019; Espinoza Sánchez, 2019; Olivo-Franco, 2019).

Además de estos desafíos, podemos señalar que el modelo propuesto es una apuesta de mejora a la formación en ciencia de futuros profesores de educación primaria, fundamentada en referentes teórico-didácticos y en la experiencia y reflexión de académicos formadores. Sin embargo, una limitación observada, es que la evidencia empírica que nos permitirá validar nuestro modelo, está aún en desarrollo. En este sentido, la implementación del modelo formativo abre posibilidades de futuras investigaciones en relación a la medición de su impacto. Surgen entonces nuevas interrogantes: ¿Cuál es el impacto de este modelo en la calidad de la formación docente respecto al modelo precedente? ¿Cómo es la percepción de los empleadores respecto a la calidad de los profesores formados bajo este nuevo modelo versus el anterior? ¿Cómo impacta el modelo en los resultados de la END?

Finalmente, quisiéramos señalar que este modelo no es estrictamente replicable, pues la propuesta es indisociable del contexto para el cual fue diseñado. Es importante considerar variables tales como las características particulares de la institución educativa, el tipo de estudiante que forma parte del programa, sus conocimientos previos, el contexto escolar en el cual desarrollan sus prácticas, el perfil de ingreso y egreso de la carrera, entre otros factores. Pese a ello, a través de este capítulo pretendemos aportar a la discusión en el rediseño o generación de nuevos modelos formativos para futuros profesores de primaria, que respondan a los requerimientos de una enseñanza de las CCNN en el siglo XXI.

5. Referencias Bibliográficas

Abd-El-Khalick, F., y Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665-701. <https://doi.org/10.1080/09500690050044044>

- Abell, S. (2007). Research on science teacher knowledge. In S. Abell y N. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 1105-1149). Routledge.
- Acevedo, J. A. (2008). El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(2), 134-169.
- Adúriz-Bravo, A. (2005). ¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencias? Una cuestión actual de la investigación didáctica. *Tecné, Episteme y Didaxis, Número Extra*, 23-33.
- Appleton, K. (2007). Elementary Science Teaching. En S. Abell y N. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 493-535). Routledge.
- Ávalos, B. (2004). *La formación docente inicial en Chile*. Ministerio de Educación.
- Bastías-Bastías, L. S., y Iturra-Herrera, C. (2022). La formación inicial docente en Chile: Una revisión bibliográfica sobre su implementación y logros. *Revista Electrónica Educare*, 26(1), 229-250.
- Bell, R. L. (2009). Teaching the nature of science: Three critical questions. *Best Practices in Science Education*, 22, 1-6.
- Beri, C., y Riccardi, N. (2019). La integración de saberes de ciencias naturales y matemática en la escuela primaria: un horizonte posible cuando se asume su complejidad. En *1º Congreso Internacional de Ciencias Humanas-Humanidades entre pasado y futuro*. Escuela de Humanidades, Universidad Nacional de San Martín.
- Chen, Sh.-Y., Lai, Ch.-F., Lai, Y.-H., y Su, Y.-Sh. (2019). Effect of project-based learning on development of students' creative thinking. *The International Journal of Electrical Engineering and Education*, 1, 1–19. <https://doi.org/10.1177/0020720919846808>
- Cofré, H., Camacho, J., Galaz, A., Jiménez, J., Santibáñez, D., y Vergara, C. (2010). La educación científica en Chile: debilidades de la enseñanza y futuros desafíos de la educación de profesores de ciencia. *Estudios Pedagógicos*, 36(2), 279-293. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052010000200016>
- Cox, C., Meckes, L., y Bascopé, M. (2010). La institucionalidad formadora de profesores en Chile en la década del 2000: velocidad del mercado y parsimonia

- de las políticas. *Pensamiento Educativo, Revista de Investigación Latinoamericana (PEL)*, 46(1), 205-245.
- Daugherty, M. K., y Carter, V. (2018). The Nature of Interdisciplinary STEM Education. In: de Vries, M. (Eds.), *Handbook of Technology Education* (pp. 159-171.). Springer International Handbooks of Education. https://doi.org/10.1007/978-3-319-38889-2_12-1
- Díaz, A. P. F. (2020). La enseñanza de las ciencias en básica primaria y la formación de profesores: Primary science education and teacher training. *Noria Investigación Educativa*, 1(5), 22-29. <https://doi.org/10.14483/25905791.16448>
- Espinoza Sánchez, N. (2019). *Diseño de una unidad didáctica integrada como estrategia para la enseñanza de las ciencias naturales en estudiantes del nivel octavo básico*. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/187912>
- Erickson, H., Lanning, L., y French, R. (2017). *Concept-based curriculum and instruction for the thinking classroom* (2nd ed.). Corwin Press.
- Fuentes, A. P., y Mosquera, C. J. (2019, Agosto). *Tendencias en la formación de profesores de ciencias de educación inicial y primaria*. En VI Congreso Nacional de Investigación en Educación en Ciencias y Tecnología. <https://repositorio.uptc.edu.co/jspui/handle/001/5352>
- Galoso, M. C. (2017). El peligro de las pseudociencias. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 83(2), 129-130.
- Grossman, P. L. (1990). *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education*. Teachers College Press, Teachers College, Columbia University.
- Gunckel, K. L. (2010). Experiences, patterns, and explanations. *Science and Children*, 48(1), 46.
- Harlen, W. (Ed). (2010). *Principles and big ideas of science education*. Hatfield: Association for Science Education. <https://www.interacademies.org/sites/default/files/publication/principles-and-big-ideas-of-science-education.pdf>
- Klopfer, L. E. (1992). An historical perspective on the history and nature of science in school science programs. In R. Bybee, J. D. Ellis, J. R. Giese y L. Parisi (Eds.),

- Teaching about the history and nature of science and technology* (pp. 105-130). Background Papers, BSCS/SSEC.
- Krajcik, J., y Merritt, J. (2012). Engaging students in scientific practices: What does constructing and revising models look like in the science classroom?. *The Science Teacher*, 79(3), 38.
- Lederman, J., y Bartels, S. (2018). Assessing the Ultimate Goal of Science Education: Scientific Literacy for All. In *Towards Inclusion of All Learners through Science Teacher Education* (277-285). Brill.
- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: a review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331-359. <https://doi.org/10.1002/tea.3660290404>
- Lugo Blanco, Á. C., Álvarez Yong, C., & Lezcano Mederos, E. T. (2022). Los problemas sociales y la educación científica. *Mendive. Revista de Educación*, 20(1), 302-314.
- Magnusson, S., Krajcik, J., y Borko, H. (1999). Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In *Examining pedagogical content knowledge* (pp. 95-132). Springer, Dordrecht.
- Martínez Chico, M., López-Gay Lucio-Villegas, R., & Jiménez Liso, M. R. (2014). ¿Es posible diseñar un programa formativo para enseñar ciencias por Indagación basada en Modelos en la formación inicial de maestros? Fundamentos, exigencias y aplicación. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 28, 153-173. <https://doi.org/10.7203/dces.28.3153>
- Marzábal, A., Moreira, P., Delgado, V., Moreno, J., y Contreras, R. (2016). Hacia la integración del conocimiento disciplinar y pedagógico: desarrollando el conocimiento pedagógico del contenido en la formación inicial de profesores de química. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 42(4), 243-260.
- Mazas, B., y Bravo Torija, B. (2018). Actitudes hacia la ciencia del profesorado en formación de educación infantil y educación primaria. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 22(2), 329-348. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v22i2.7726>

- Michaluk, L., Stoiko, R., Stewart, G., y Stewart, J. (2018). Beliefs and attitudes about science and mathematics in pre-service elementary teachers, STEM, and non-STEM majors in undergraduate physics courses. *Journal of Science Education and Technology*, 27(2), 99-113. <https://doi.org/10.1007/s10956-017-9711-3>
- Ministerio de Educación (2021). *Estándares pedagógicos*. <https://estandaresdocentes.mineduc.cl/wp-content/uploads/2022/02/EPD-Pedagogicos-Basica.pdf>
- Ministerio de Educación. (2012a). *Bases curriculares. Primero a sexto básico*. https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-22394_bases.pdf
- Ministerio de Educación. (2012b). *Estándares orientadores para egresados de carreras de pedagogía en educación básica*. https://www.cpeip.cl/wp-content/uploads/2019/03/Est%C3%A1ndares_B%C3%A1sica.pdf
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press.
- Navarro, M., Martín, A., y Gómez-Arízaga, M. P. (2022). Profiles of pre-service primary teachers: Attitudes, self-efficacy, and gender stereotypes in teaching science and mathematics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(1), 1-15. <https://doi.org/10.29333/ejmste/11483>
- Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe. (2006). *Estudio de casos de modelos innovadores en la formación docente en América Latina y Europa*. http://www.ub.edu/obipd/wp-content/uploads/2020/09/El_modelo_de_formacion_de_maestros_de_ed.pdf
- Olivo-Franco, J. L. (2019). Enseñanza de las ciencias naturales en Educación Básica desde la integración: una revisión actualizada. *Warisata-Revista de Educación*, 1(3), 167-180.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2022). Reimaginar juntos nuestros futuros. *Perfiles Educativos*, 44(177), 200-212.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2020). *Aprender ciencias en las escuelas primarias de América Latina*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375199>

- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2017). *Educación científica*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000246427>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2019), *Future of Education and Skills 2030: Conceptual learning framework, Knowledge For 2030*
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2017). *Marco de Evaluación y de Análisis de PISA para el Desarrollo: Lectura, matemáticas y ciencias*.
- Romero-Ariza, M. (2017). El aprendizaje por indagación, ¿existen suficientes evidencias sobre sus beneficios en la enseñanza de las ciencias? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(2), 286-299. <http://hdl.handle.net/10498/19218>
- Sanmartí, N., y Marchán, I. (2015). La educación científica del siglo XXI: retos y propuestas. *Investigación y ciencia*, 82, 31-39.
- Shulman, L.S. (1987). Knowledge and teaching: foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.
- Tagle, T. (2011). El enfoque reflexivo en la formación docente. *Calidad en la educación*, (34), 203-215. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-45652011000100011>
- Talanquer, V. (2004). Formación docente ¿Qué conocimiento distingue a los buenos maestros de química?. *Educación química*, 15(1), 52-58.
- Valverde, G., y Näslund-Hadley, E. (2010). *La condición de la educación en matemáticas y ciencias naturales en América Latina y el Caribe*. <http://disde.minedu.gob.pe/handle/20.500.12799/3389>
- Vergara, C., y Cofré, H. (2014). Conocimiento Pedagógico del Contenido: ¿El paradigma perdido en la formación inicial y continua de profesores en Chile? *Estudios pedagógicos*, 40(ESPECIAL), 323-338.
- Vergara, C., y Cofré, H. (2008). La enseñanza de las ciencias naturales en la educación básica chilena: un camino por recorrer. *Revista Foro Educativa*, 14(26), 85–104.

Vieira, R. M., y Tenreiro-Vieira, C. (2016). Fostering Scientific Literacy and Critical Thinking in Elementary Science Education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14, 659–680. <https://doi.org/10.1007/s10763-014-9605-2>

Windschitl, M. (2003). Inquiry projects in science teacher education: What can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice?. *Science education*, 87(1), 112-143.

CAPÍTULO 8

FORMACIÓN DOCENTE EN VALPARAÍSO: USO DE LENGUAJE INCLUSIVO NO SEXISTA EN LAS CIENCIAS

Carolina Severino-Cabrera¹ · Ximena Sánchez-Segura¹
carolina.severino@upla.cl · xsanchez@upla.cl

¹Universidad de Playa Ancha, Chile

Resumen: Actualmente la formación inicial de docentes en Chile no incorpora de manera obligatoria contenidos curriculares asociados a la perspectiva de género, aun así es considerado por el Ministerio de Educación en la Evaluación Docente. El objetivo de este trabajo fue elaborar una estrategia innovadora, incorporando la importancia de una educación no sexista en la formación inicial de docentes, en cuatro comunidades educativas de Valparaíso, Chile. (Convocatoria 2020 DGVM Universidad de Playa Ancha).

La estrategia metodológica utilizada fue evaluada cualitativamente considerando la discusión y participación de docentes, apoderadas y estudiantes a partir de tres sesiones de taller y complementado con seminarios en línea, con las comunidades escolares unida a la participación de especialistas. Se destaca la importancia del trabajo interdisciplinario con académicas de ciencias naturales y sociales y la participación de un curso de tercer año de Pedagogía en Biología y Ciencias. Se observaron cambios en el conocimiento referidos a la importancia del uso de un lenguaje inclusivo no sexista y del reconocimiento de la existencia de estereotipos de género en sus realidades escolares y cotidianas, aspectos fundamentales para el proceso de enseñanza-aprendizaje y la orientación de vocaciones científicas independiente de la condición de género.

Palabras claves: lenguaje inclusivo no sexista, perspectiva de género, formación docente, comunidad escolar.

1. Introducción

En la Formación Inicial Docente (FID), es fundamental generar espacios en donde se discuta y reflexione dialógicamente sobre las mejoras en los planes de estudio para propiciar procesos de innovación. Estos procesos no solo consisten en la renovación de lo existente, sino también en la incorporación de los avances de la ciencia, así como de formas nuevas de crear y recrear la cultura. Además, en estos espacios se busca promover cambios para la creación de nuevos enfoques orientados a mejorar la práctica docente y responder así a las necesidades de las

personas, instituciones y la sociedad. Carbonell (2001) define la innovación como una serie de intervenciones, decisiones y procesos, con cierto grado de intencionalidad y sistematización, que buscan modificar actitudes, ideas, culturas, contenidos, modelos y prácticas pedagógicas.

El menor interés y la falta de motivación entre los y las jóvenes para estudiar carreras científicas se relaciona con la visión de una ciencia tradicional que se presenta y enseña con una metodología científica muy exacta y sin errores, desestimando elementos contextuales tales como la historia, la política y las características del actual mundo globalizado (Rocard et al., 2007). Asimismo, no se tiene presente el rol de las mujeres en las ciencias y sus aportes como científicas (Barale, 2006; Solaz-Portolés, 2010; De Pro, 2012; Martín-Gámez 2017), sumado a una perspectiva descontextualizada, androcentrista y elitista.

Las dificultades para un cambio de imagen de la ciencia y su tránsito hacia una perspectiva de enseñanza abierta, compleja, holística y feminista es todavía incipiente y un reto a superar (Pereira Dos Santos, 2008 citado en Morón et al., 2021). En este sentido, los y las docentes en formación son personas claves para la conexión entre las visiones de un mundo científico tradicional y la necesidad de repensar y construir una visión cognitiva de la ciencia, comprendida como un campo interdisciplinario en el que confluyen estudios desde la perspectiva de la psicología cognitiva, lingüística, filosofía neurociencia y antropología cognitiva entre otros (Medina, 2008).

Díaz (2003) plantea que el aprendizaje situado destaca la importancia de los contextos significativos y reales que promuevan la reflexión en la acción, de igual manera señala que el aprendizaje es ante todo, un proceso de enculturación en el cual las y los estudiantes se integran gradualmente en una comunidad o cultura de prácticas sociales. En esta misma dirección, se comparte la idea de que aprender y hacer, son acciones inseparables.

Existen escasas investigaciones referidas a la divulgación y evaluación de actividades dirigidas a la formación docente y la apropiación de los elementos que vinculen el aprendizaje de las ciencias con la perspectiva de género, a pesar de la

importancia declarada en los últimos años, de promover cambios en la formación inicial y continua del profesorado (Jiménez y Oliva 2016).

La realidad de los y las docentes en Chile ha sido analizada críticamente en investigaciones cuyos resultados podrían extrapolarse a otros niveles educativos.

No se ha incluido la perspectiva de género en el currículo nacional y recientemente se están discutiendo orientaciones para incorporarse en la formación del profesorado de ciencias. Esto hace que la perspectiva de género sea visto desde fuera, porque no se relaciona con los procesos culturales y se reduce solo a la dimensión biológica de sexo binario (Camacho, 2018, p. 113)

En relación a lo expuesto, actualmente es decisión de los proyectos educativos de las instituciones escolares y de educación superior, la consideración del género en la práctica y en la formación pedagógica. Al respecto Madrid (2006) señala que dentro de la producción del material empírico sobre educación, las temáticas de género son prácticamente inexistentes, por lo cual la formación de docentes ha sido una de las áreas más débiles en la incorporación de la perspectiva de género (Guerrero, Provoste Valdés 2006).

Un equipo de investigación de la Universidad de Chile elaboró de manera conjunta con el Ministerio de Educación del gobierno de Chile, una pauta para la identificación de sesgos de género en la práctica docente, los cuales han sido considerados desde 2021 como indicadores en la corrección de los portafolios y análisis de clases grabadas por el Sistema de Evaluación del Desempeño Profesional Docente (Azua et al., 2019). La pauta considera tres criterios generales, el uso del lenguaje, diseño pedagógico y las interacciones en el aula, si bien éstas contribuyen para que cada docente pueda detectar y reflexionar sobre los aspectos propios en la dinámica de sus clases y así propiciar perfeccionamientos en esta área, se señala que no es consistente evaluar prácticas pedagógicas que no han sido consideradas en la formación de docentes y tampoco son parte de los nuevos estándares en la FID.

En abril del año 2022, por primera vez se realizó en Chile una Jornada Nacional hacia una educación no sexista y uno de los objetivos centrales fue establecer la importancia de eliminar los estereotipos y sesgos de género en actividades escolares y en prácticas tanto de docentes y estudiantes y de las instituciones educativas en su conjunto (Ministerio de Educación Chile, 2022).

Diversas investigaciones señalan la existencia de estereotipos aprendidos en el proceso de socialización que influyen en los procesos de aprendizajes (Bean y Cimpian 2017; Hill, Corbett y Rose 2010; Nosek et al. 2009; Nuño, 2000; Wang y Degol 2017), ya que inciden en la decisión de las jóvenes a seguir muchas carreras que se consideran más prestigiosas y que están claramente orientadas a la ciencia. Ello puede explicar, además de otras variables, que las mujeres estén menos representadas en campos cuyos integrantes mayoritariamente son del género masculino.

Lo anterior, considerando que los hombres valoran la presencia de estereotipos atribuidos a su propia condición, que se expresan en palabras como claridad, reflexión, éxito y genialidad (Bean y Cimpian 2017).

Además, Bean et al., (2017) indican que en estudios con niños y niñas de hasta 6 años, se ha observado que ellas señalan tener menos posibilidades de realizar una actividad vinculada a la ciencia, ya que la asocian principalmente a los niños. Lo que sugiere que las diferencias y estereotipos de género, se adquieren temprano y tienen un efecto importante en los intereses de niños y niñas.

Uno de los mayores desafíos que enfrenta la FID en nuestro país es la preparación de docentes con perspectiva de género, ya que de esta manera se pueden evitar sexismos y sesgos de género en el aula, tanto para el uso del lenguaje sexista que se genera cuando existe una imagen sobrevalorada de lo masculino que invisibiliza las aportaciones o experiencias de las mujeres, representando de manera sesgada y poco objetiva la diversidad humana, ya que a través del lenguaje como comunicación buscamos incansablemente la aprobación y reconocimiento, los cuales ayudan a comprender la realidad y a los diferentes sujetos (Rubio 2016) especialmente en los procesos de enseñanza-aprendizaje y en contextos de alta vulnerabilidad.

Por ello la formación universitaria del profesorado posee gran relevancia, en especial por la contribución significativa que pueden hacer en términos de la elaboración e implementación de estrategias que ese futuro profesor o profesora puede aportar para generar aprendizaje crítico, positivo y duradero, libre de estereotipos (Hyson, Biggar y Morris 2009).

En relación a los antecedentes expuestos y a la importancia de una educación no sexista, se elaboró y aplicó una estrategia metodológica innovadora que incorpora la perspectiva de género en la formación inicial de docentes, destacando la importancia del uso del lenguaje inclusivo no sexista en las ciencias, en cuatro comunidades educativas de Valparaíso, Chile¹⁰.

El trabajo incluyó la propuesta didáctica que fue elaborada por el equipo de investigadoras en ciencias naturales y de ciencias sociales, a partir de un modelo basado en el cambio conceptual (Posner, Strike, Hewson y Gertzog 1982), y la consideración de la perspectiva de género que permita una orientación clara y fundamentada desde una perspectiva inclusiva para la enseñanza de las ciencias, que se presenta a continuación.

2. Desarrollo de la experiencia

La experiencia de innovación se desarrolló durante el segundo semestre del año 2020, en base a siete talleres de discusión, análisis y reflexiones con especialistas de ciencias naturales y sociales, con cuatro comunidades educativas que aceptaron su participación e integración voluntaria a las actividades desarrolladas.

El proyecto de innovación en el plan de estudios de docentes en formación, se estructuró considerando un curso de práctica intermedia compuesto por 25 estudiantes de tercer año de Pedagogía en Biología y Ciencias de la Facultad de

¹⁰ Proyecto “Formación no sexista en niñas y niños: la ciencia como motor de exploración y desarrollo” fondo VGM 2020. Integraron además de las autoras de este artículo, el equipo de trabajo Elizabeth Chiappa Tapia (Q.E.P.D 1941-2022), Franco Passi Rojas, Carlos González Céspedes y Pamela Ramírez Verdugo Académicos y Académicas UPLA y docentes de Biología y Ciencias. Se agradece el apoyo y aporte de directores, directoras, docentes, apoderados, apoderadas y estudiantes de los establecimientos educativos participantes en la experiencia. Antecedentes relacionados con resultados iniciales, fueron presentados a las VI Jornadas Internacionales y IX Jornadas Nacionales de Enseñanza de las Ciencia con fecha 2021

Ciencias Naturales y Exactas de la Universidad de Playa Ancha, Valparaíso, con las comunidades educativas de una escuela básica pública y tres colegios particulares subvencionados, con un total de 50 integrantes que consideraba a sus equipos directivos, docentes, estudiantes y apoderadas. Las características de la estrategia propuesta, fueron previamente informadas a los distintos estamentos de las comunidades educativas, invitándoles a participar.

El equipo responsable estuvo compuesto por cuatro docentes del área de las ciencias naturales más una académica e investigadora de sociología, quienes elaboraron la estrategia de innovación que consideró la perspectiva de género, orientada principalmente al uso de un lenguaje inclusivo no sexista en las ciencias a lo largo de todos los encuentros mediante la asignación de responsabilidades indistintamente del género del, la estudiante y/o cuestionando el hecho de responsabilidades según género. Además refiriéndose a las y los asistentes de acuerdo con su género, utilizando lenguaje inclusivo y/o priorizando llamar a cada participante por su nombre.

Se señala que las y los estudiantes de pedagogía participaron conjuntamente con el equipo académico, conduciendo tres de los siete talleres de discusión orientados a los siguientes ejes temáticos: *modelos científicos a seguir, lenguaje inclusivo no sexista en las ciencias y autoconcepto en las ciencias*.

Los encuentros con las comunidades educativas se realizaron en dos modalidades: una instancia tipo taller, con presentaciones de especialistas, que permitió generar una discusión con los y las asistentes.

Posteriormente, cada tema fue analizado en un seminario en línea, bajo la conducción de distintos grupos del curso de Pedagogía en Biología y Ciencias quienes se focalizaron en la reflexión y discusión mediante situaciones problema y casos reales del tema abordado.

Durante las primeras semanas la estrategia didáctica aplicada consideró las nociones, ideas, representaciones e imaginarios acerca de las temáticas tomando como referencia las ideas alternativas del alumnado. Posteriormente el

estudiantado realizó una revisión bibliográfica referida a los tres ejes centrales: modelos científicos a seguir, lenguaje inclusivo no sexista en las ciencias y autoconcepto en las ciencias. A partir de las lecturas se generó un análisis de casos, lo que permitió mayor reflexión y sensibilidad.

Una vez realizado cada seminario en línea, los grupos a cargo, respondieron una pauta que evaluó su capacidad de resolución de problemas, conocimientos y la importancia de un ambiente propicio para el aprendizaje, en relación a la estrategia didáctica implementada.

Además los y las estudiantes fueron responsables de la transcripción de los diálogos de cada seminario en línea con la retroalimentación permanente de la profesora responsable.

Después de realizados los talleres con las actividades señaladas y para entregar mayores antecedentes sobre la estrategia didáctica, se realizó una evaluación de tipo cualitativa a partir de la transcripción de las discusiones e intervenciones de los y las integrantes de las comunidades educativas en especial, profesoras, estudiantes y apoderadas, construyéndose tres categorías de análisis que se presentan a continuación (Viñas 2004; Osses 2006; Vasilachis 2006).

1. Vinculación inicial con el conocimiento científico y la participación en redes.

En este primer seminario en línea no se reconoce al inicio en los relatos explícitamente la importancia del género, pero ésta subyace en el discurso de los y las participantes al referirse que sus modelos a seguir están relacionados con las personas con las cuales niños y niñas se han vinculado.

Se ejemplifica lo anterior, con la respuesta de los y las estudiantes a la pregunta: ¿Consideras que los modelos que siguen niñas y niños están determinados por el género?

Respuesta estudiante: *“No lo relaciono con el género, más bien lo relaciono a las personas que han podido responder a preguntas que me he planteado en mi vida”.*

Respuesta estudiante: *“Antes nuestros modelos eran de nuestro círculo, el cual era muy pequeño, hoy no existen fronteras, hay más posibilidades de buscar modelos y el círculo se puede ampliar mucho más”.*

Se complementa lo anterior señalando que en el transcurso de los talleres, se observó que la idea de los modelos científicos a seguir, se relaciona más en los discursos iniciales con el conocimiento científico y entorno, que con una definición u orientación especial de la condición de género. Sin embargo, cuando las preguntas se orientan hacia la condición científica de la mujer, se observó en los relatos una comprensión de la importancia de la educación no sexista y del aporte de la mujer en la ciencia. Se valora especialmente el papel de las redes como un componente muy central para una formación no sexista, indicando positivamente sus condiciones lúdicas y de entrega de información, que se considera significativa para orientar el interés de niños y niñas en el aprendizaje científico.

2.Reconocimiento de la existencia del machismo y del feminismo, como conceptos presentes en la vida cotidiana.

En el análisis de los relatos de este segundo seminario en línea, se observa con mayor claridad la emergencia de conceptos y términos relacionados con el objetivo central de esta experiencia de innovación, respecto a la importancia de una educación no sexista en especial en las niñas.

Al respecto, se ilustra con las siguientes opiniones de profesoras, estudiantes y directoras.

Respuesta Profesora: “Se debe lograr un equilibrio. El machismo no es bueno, pero tampoco el feminismo. Todavía sigue habiendo machismo, pero creo que vamos hacia el cambio. He visto una publicidad que habla de los deberes de la casa. Las cosas son responsabilidad de ambos”.

Respuesta estudiante: “Me da la impresión que ciertos científicos tratan a sus compañeras científicas como si fuesen de segunda clase, hablando de “ellas” como personas ajenas”.

Respuesta estudiante: “Nosotras tenemos que estar preocupadas de estar demostrando lo contrario a estos tipos de comentarios y eso igual es un peso extra solo por ser mujeres”.

Dado el aporte de las actividades anteriores, existe una mirada y un análisis más comprensivo a la importancia de un lenguaje inclusivo no sexista en la

enseñanza de las ciencias, a partir del reconocimiento de conceptos tales como machismo y feminismo, desde una perspectiva crítica que es importante instalar en el imaginario colectivo de los y las estudiantes y asistentes. En las respuestas es posible observar que el estudiantado reconoce la existencia de formas de trato discriminatorias, por parte de los científicos a las científicas. Ello plantea la importancia de un lenguaje inclusivo no sexista en el discurso de las ciencias.

3. Valoración del pensamiento crítico, presencia y reconocimiento de la existencia de estereotipos provenientes de los agentes de socialización: familia, escuela y medios de comunicación.

En las discusiones transcritas fue posible establecer la presencia de reflexiones interesantes con respecto a la importancia del pensamiento crítico, valoración de lo propio, capacidad de elección y el reconocimiento al espacio positivo, para la formación de un autoconcepto que reconozca y valore las capacidades para el trabajo científico de niños y niñas, entregado tanto por la escuela en el trabajo de aula como también en la interacción familiar. Todos aspectos centrales en la enseñanza de las ciencias.

En relación a lo anterior se ejemplifica

Respuesta Director: “También los estereotipos son factores, como por ejemplo que la familia le diga que solo puede aspirar a ciertas cosas o influyen en su decisión diciendo que los niños deben hacer ciertas cosas y las niñas otras”.

Respuesta estudiante: “Por ejemplo, si un niño de 5 años o 6 juega construir por ejemplo y una niña juega a la cocina ya se van marcando por decirlo de alguna manera los estereotipos y no debería ser así por ejemplo, deberían jugar juntos y no marcar esa diferencia y esos mínimos detalles van transcurriendo en el tiempo”.

Se reconoce en los discursos la presencia de estereotipos, que influyen negativamente en la formación y desarrollo de las potencialidades y habilidades de niños y niñas para el trabajo en ciencias.

3. Reflexiones finales

Las necesidades de la sociedad actual se han convertido en un desafío para quienes se dedican a la labor de educar. Generar nuevos espacios para acuerdos y diálogos que permitan satisfacer las visiones actuales de comunicación y educación científica, presenta muchos puntos de discusión clave importantes al momento de proponer modelos educativos que se orienten en las proposiciones que las sociedades educativas deben fomentar para un desarrollo pertinente y adecuado, que responda a los tiempos y requerimientos que la sociedad civil demanda al Estado.

La vinculación en los procesos formativos entre la universidad y los establecimientos educativos, genera un flujo de ideas y experiencias que debe permitir la identificación de problemas, dificultades, desafíos y aspectos compartidos para constituir oportunidades y así alcanzar metas comunes en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias.

Se destaca como clave en la práctica docente y en cualquier área o nivel educacional, la necesaria reflexión antes, durante y después del trabajo pedagógico colaborativo. Ello permitirá responder a los desafíos y lograr los necesarios cambios.

Un estudio reciente de la Universidad de Chile, indica que en la revisión de las mallas de las 323 de carreras de pedagogía acreditadas informadas por la Comisión Nacional de Acreditación, sólo el 10,2% de las mallas revisadas cuenta con un curso de género obligatorio para toda la carrera (Azúa 2022).

Otras investigaciones han demostrado que las y los docentes a través del discurso y del quehacer profesional, de manera consciente o no, influyen en los aprendizajes científicos, en la motivación e intereses del estudiantado, así como también en la reproducción y mantención de los estereotipos dentro del aula. También plantean que las y los docentes cumplen una función fundamental en los procesos de socialización en el aula (Barber y Mousher, 2007; Labudde et al., 2000; Servicio Nacional de la Mujer, 2009; Treviño et al., 2009; Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, 2012 en Camacho 2017), y los consideran fundamentales para mejorar la relación ciencia-género en la educación científica.

La estrategia innovadora aplicada, permitió abordar de manera creativa una problemática vigente en un escenario complejo. Dado que fue realizada mediante plataformas virtuales en el contexto más difícil y cerrado de la pandemia actual, unida a el trabajo interdisciplinario con académicos y académicas de distintas especialidades de la Universidad, vinculándose activamente con estudiantes en formación y las comunidades educativas participantes desde una perspectiva bidireccional.

Los resultados de la experiencia establecen la importancia del trabajo científico con niños y niñas y constituyen un aporte y fortaleza para nuevos estudios que permitan profundizar la problemática señalada, contribuyendo al desarrollo educativo y avanzando en la consideración del enfoque de género en los procesos de enseñanza aprendizaje en ciencias.

La incorporación de la perspectiva de género en la formación docente específicamente en ciencias, es una temática que no se aborda en el plan curricular de las pedagogías en Universidad participante, convirtiéndose así esta propuesta en una innovación que fue implementada a dos años de los movimientos feministas en Chile. En relación a esto último, sería interesante hacer un seguimiento del grupo de estudiantes participantes con el fin de estudiar su prácticas pedagógicas y el impacto de las mismas en sus estudiantes.

Se propone que la estrategia metodológica presentada debería ser implementada como parte del proceso formativo obligatorio de la carrera de Pedagogía en Biología y Ciencias en la Universidad y también en otras Pedagogías y Universidades, facilitando la replicabilidad y sostenibilidad en formato en línea, dado que se podría generar cursos de perfeccionamiento en horarios acorde a los tiempos de docentes.

Se hace hincapié en que es necesario contar con política pública general que proponga y permita una formación en género desde etapas tempranas en la formación y así como también perfeccionarse a docentes en ejercicio.

Visibilizar la necesidad de incluir perspectiva de género en la formación inicial y continua de docentes, contribuye a superar desigualdades de acceso al conocimiento y a la formación de vocaciones científicas en niños y niñas, dado que

posibilita una aproximación positiva hacia el mundo de las ciencias, lo cual constituye uno de los escenarios más interesantes y desafiantes para desarrollar y lograr aprendizajes que permitan superar desigualdades, estereotipos y barreras existentes.

4. Referencias Bibliográficas

Azúa, X., Lillo, D., & Saavedra, P. (2019). El desafío de una educación no sexista en la formación inicial: prácticas docentes de educadoras de párvulo en escuelas públicas chilenas. *Calidad en la Educación*, (50), 49-82. doi:<https://doi.org/10.31619/caledu.n50.721>

Azúa, X. (2022) Política integral ante el acoso sexual, la violencia y discriminación de género y contra diversidades sexogénicas. Conferencia Universidad de Playa Ancha Valparaíso. 21 de noviembre 2022.

Barale P. y María A. (2006) Las mujeres y la ciencia en una sociedad patriarcal en Memorias del I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+ I. Mexico, Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación la Ciencia y la Cultura (OEI), en <http://www.oei.es/historico/memoriasctsi/index.html>

Barber, M., y Mourshed, M. (2007). How the world's best-performing school systems come out on top (Report). Washington D.C.: McKinsey & Company. Recuperado de http://mckinseysociety.com/downloads/reports/Education/Worlds_School_Systems_Final.pdf

Bian L, Leslie SJ, Cimpian A. Gender stereotypes about intellectual ability emerge early and influence children's interests. *Science*. 2017 Jan 27;355(6323):389-391. doi: 10.1126/science.aah6524. PMID: 28126816.

Carbonell, J. (2001). *La aventura de innovar. El cambio en la escuela*. Madrid: Morata.

Camacho González, Johanna. (2017). Identificación y caracterización de las creencias de docentes hombres y mujeres acerca de la relación ciencia - género en la

educación científica. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 43(3), 63-81.
<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052017000300004>

Camacho, J. (2018). Educación científica no sexista. Aportes desde la investigación en Didáctica de las Ciencias. *Nomadías*, (25), 101–120. Recuperado a partir de <https://nomadias.uchile.cl/index.php/NO/article/view/51508>

De Pro, A. (2012). Deben enseñarse los conceptos y teorías científicas imprescindibles para elaborar explicaciones básicas sobre el mundo natural. En E. Pedrinaci (Coord.), *11 Ideas clave. El desarrollo de la competencia científica* (pp. 59-81). Graó. ISBN: 978-84-9980-472-9

Díaz Barriga, F. (2003). Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 5 (2). Consultado el día de mes de año en: <http://redie.ens.uabc.mx/vol5no2/contenido-arceo.html>

Gámez, M., Morón, H., Solís-Espallargas, C., & Martín, M. E. (2017). ¿Qué conoce nuestro futuro profesorado de Educación Primaria en relación a la contribución de las mujeres a la ciencia? *Enseñanza de las Ciencias*, (Extra), 5613-5618.

Guerrero, E, A. Valdés, P. Provoste (2006). Acceso a la Educación y socialización de género en un contexto de reformas educativas. En: *Equidad de género y reformas educativas. Argentina, Chile, Colombia y Perú*. Hexagrama Consultoras; FLACSO-Argentina; IESCO-Universidad Central Bogotá.

Hill, C., Corbett, C. y A. Rose (2010). *Why So Few? Women in Science, Technology, Engineering and Mathematics*. Washington, DC: AAUW. Recuperado de <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED509653.pdf>.

Hyson, M., Tomlinson, H.B., & Morris, C.A. (2009). *Quality Improvement in Early Childhood Teacher Education: Faculty Perspectives and Recommendations for the Future*. *Early Childhood Research & Practice*, v11 n1 Spr 2009

Jiménez-Tenorio, N., & Oliva, J. M. (2016). Aproximación al estudio de las estrategias didácticas en ciencias experimentales en formación inicial del profesorado de Educación Secundaria: descripción de una experiencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(1),121-136.[fecha de Consulta 2

de Diciembre de 2022]. ISSN: . Recuperado de:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92043276009>

Madrid, S. (2006). Profesores, política educativa y género en Chile Balance y Propuestas. Documento preparado para la Mesa Agenda Pro Género. Fundación Chile. Universidad Católica de Chile. Documento preparado para la Mesa Agenda Pro Género organizada por la Fundación Chile21 con el apoyo de la Fundación Friedrich Ebert Stiftung http://www.clam.org.br/bibliotecadigital/uploads/publicacoes/257_1700_profesoradopolitica.pdf

Medina C., N. (2008). La ciencia cognitiva y el estudio de la mente. *Revista De Investigación En Psicología*, 11(1), 183–198.
<https://doi.org/10.15381/rinvp.v11i1.3890>

Ministerio de Educación Chile (2022) Orientaciones para la primera Jornada Nacional hacia una Educación No Sexista. En línea <https://www.mineduc.cl/primerajornada-nacional-hacia-una-educacion-no-sexista/>

Peter Labudde, Walter Herzog, Markus P. Neuenschwander, Enrico Violi & Charlotte Gerber (2000) Girls and physics: teaching and learning strategies tested by classroom interventions in grade 11, *International Journal of Science Education*, 22:2, 143-157, DOI: [10.1080/095006900289921](https://doi.org/10.1080/095006900289921)

Morón-Monge, H. y Daza Navarro, P. 2021. De la innovación docente universitaria a su transferencia a la escuela: una experiencia educativa desde la perspectiva de género . *Revista Andina de Educación*. 5, 1 (nov. 2021), 000511. DOI:<https://doi.org/10.32719/26312816.2021.5.1.1>.

Nosek, B. A., Smyth, F. L., Sriram, N., Lindner, N. M., Devos, T., Ayala, A., Bar-Anan, Y., Bergh, R., Cai, H., Gonsalkorale, K., Kesebir, S., Maliszewski, N., Neto, F., Olli, E., Park, J., Schnabel, K., Shiomura, K., Tulbure, B. T., Wiers, R. W., Greenwald, A. G. (2009). National differences in gender–science stereotypes predict national sex differences in science and math achievement. *PNAS Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of*

America, 106(26), 10593–10597.

Nuño, Teresa. (2000). Género y ciencia. La educación científica. *Revista de Psicodidáctica*, (9), 183-214. DOI: [10.15517/aie.v18i2.33136](https://doi.org/10.15517/aie.v18i2.33136).

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD) (2012). Resultados de PISA 2012 en Foco Lo que los alumnos saben a los 15 años de edad y lo que pueden hacer con lo que saben. https://www.oecd.org/pisa/keyfindings/PISA2012_Overview_ESP-FINAL.pdf

Osses, B. S., Sánchez Tapia, I., & Ibáñez, M. F. M. (2006). Investigación Cualitativa en Educación: Hacia la generación de teoría a través del proceso analítico. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 32(1), 119-133. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052006000100007>

Pereira Dos Santos, W. L. (2008). Educação científica humanística em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS. *Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v.1, n.1, p. 109-131, mar. 2008 ISSN 1982-5153

Posner, George J., Strike, Kenneth A., Hewson, Peter W. and Gertzog, William A., Accomodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change, *Science Educ.*, 66(2), 211-227 (1982) <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sce.3730660207>

Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walwerg-Henriksson, H., & Hemmo, V. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. European Comission. <https://www.eesc.europa.eu/sites/default/files/resources/docs/rapportrocardfinal.pdf>

Rubio, Ana. (2016). El lenguaje y la igualdad efectiva de mujeres y hombres. *Revista de Bioética y Derecho*, (38), 5-24. <https://dx.doi.org/10.1344/rbd2016.38.17042>

Salas, G. N. & Salas, M. (2016). Tiza de Colores: Hacia la Enseñanza de la Inclusión sobre Diversidad Sexual en la Formación Inicial Docente. *Revista*

latinoamericana de educación inclusiva, 10(2), 73-91. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-73782016000200006>

Servicio Nacional de la Mujer (SERNAM) Departamento de Estudios y Capacitación Documento de Trabajo N° 117 Análisis de Género en el Aula Santiago, Febrero de 2009 El presente estudio fue realizado por encargo del Departamento de Estudios y Capacitación del Servicio Nacional de la Mujer, por el Centro de Medición MIDE UC de la Escuela de Psicología de la Pontificia Universidad Católica de Chile.
<https://bibliotecadigital.mineduc.cl/handle/20.500.12365/14939>

Solaz-Portolés, J. J. (2010). La naturaleza de la ciencia y los libros de texto: una revisión. *Educación XX1*. 13(1), 65- 80. doi:10.5944/educxx1.13.1.277

Treviño, E., Donoso, F. y Bonhomme, M. (2009). ¿Cómo las escuelas chilenas pueden mejorar el aprendizaje en Ciencias? En L. Cariola, G. Cares y E. Lagos (Coords), ¿Qué nos dice pisa sobre la educación de los jóvenes en Chile? Nuevos análisis y perspectivas sobre los resultados en *PISA 2006* (pp.71-104). Santiago: Unidad de Curriculum y Evaluación MINEDUC.

Vasilachis de Gialdino (Coord), I., Aldo R. Ameigeiras, Lilia B. Chernobilsky, Verónica Giménez Béliveau, Fortunato Mallimaci, Nora Mendizábal, Guillermo Neiman, Germán Quaranta y Abelardo J. Soneira (2006). *Estrategias de Investigación cualitativa* Edit Gedisa.

Viñas, V. (2004). Evaluación cualitativa de programas de desarrollo regional en zonas rurales. *Revista de Estudios Regionales* [en línea]. 2004, (71), 13-36 [fecha de Consulta 4 de Enero de 2021]. ISSN: 0213-7585. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75507101>

Wang MT, Degol JL. Gender Gap in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM): Current Knowledge, Implications for Practice, Policy, and Future Directions. *Educ Psychol Rev*. 2017 Mar;29(1):119-140. doi: 10.1007/s10648-015-9355-x. Epub 2016 Jan 13. PMID: 28458499; PMCID: PMC5404748.

CAPÍTULO 9

ANÁLISIS CRÍTICO SOBRE ESTILOS DE APRENDIZAJE DE ESTUDIANTES DE PEDAGOGÍA EN CIENCIAS COMO APOYO A SU FORMACIÓN

Sandra Araya-Crisóstomo¹ · Juan Luis Guevara¹ · María Elizabeth Pérez¹
saraya@ucm.cl · jguevara@ucm.cl · meperezf@ucm.cl

¹Universidad Católica del Maule, Chile

Resumen: El estudio analizó los estilos de aprendizaje de estudiantes universitarios de Pedagogía en Ciencias de una universidad de Chile, y su relación con la variable de rendimiento académico. Se realizó un estudio descriptivo, transversal y relacional en 118 estudiantes. Para determinar los estilos de aprendizaje se utilizó el Inventario de Estilos de aprendizaje de David Kolb. Para el análisis se utilizó el programa SPSS y las pruebas *Chi Cuadrado* con el fin de determinar la existencia de diferencias significativas entre estilo de aprendizaje y la variable en estudio. Los resultados mostraron predominancia por el estilo divergente en el 44% de los estudiantes. El análisis inferencial determinó que no existen diferencias estadísticamente significativas entre rendimiento académico y estilo de aprendizaje predominante.

Palabras clave: educación, formación de docentes, universidad, estrategias educativas.

1. Introducción

La tarea de formar estudiantes competentes en el área disciplinar y aplicada de las ciencias, con habilidades y competencias para desenvolverse en un entorno laboral en constante cambio, ha sido entregada a las instituciones de educación superior. En esa línea, la enseñanza superior se ha interesado en incorporar en sus currículos, formas flexibles de aprendizajes que respondan a las características particulares de sus futuros profesionales (Gargallo-López, Pérez-Pérez, Verde-Peleato y García-Félix, 2018; Pérez, Mendez, Pérez e Yris, 2019; Marsiglia-Fuentes, Llamas-Chávez y Torregroza-Fuentes, 2020). Con el fin de garantizar la calidad y experiencia favorable del aprendizaje entre los estudiantes universitarios, un elemento importante a considerar es el cómo los estudiantes aprenden y procesan la información (Magulod, 2019). En los últimos años se ha incrementado la investigación en el ámbito educativo universitario respecto a orientaciones

psicopedagógicas que apunten hacia una vinculación entre tipos de pensamiento y estrategias metacognitivas con el fin de mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje y atender a la diversidad de nuestros estudiantes (García, Vilanova, Señorino, Medel y Natal, 2017; Mato-Vásquez, Espiñeira, López-Chao, 2017; Córdova, Mamani-Benito y Apaza, 2019). Sin embargo, en muchas ocasiones, los procesos y estrategias cognitivas que nuestros estudiantes utilizan para incorporar los conocimientos, no van de la mano con estas estrategias.

2. Marco conceptual

El concepto de aprendizaje puede definirse en palabras simples como un cambio de conducta que perdura en el tiempo producto de la práctica o de otras experiencias (Schunk, 2012). En este proceso influyen diversas variables, entre ellas, los estilos de aprendizaje (EA) que junto a variables como: habilidades sociales, hábitos de estudio, autoconcepto, motivación, entre otras., estarían relacionadas con su predisposición frente al estudio (Wilkinson, Boohan y Stevenson, 2014; Castillo, Chávez y Zoller, 2019). Desde el paradigma educativo constructivista, Ausubel plantea su teoría del aprendizaje significativo, en la cual el aprendizaje perdura cuando la nueva información se incorpora a la estructura cognitiva del estudiante, generando un proceso de asimilación donde este relaciona la información nueva con sus conocimientos previos (Viera, 2003). Desde esta teoría, el docente es un mediador quien, a través de la organización de estrategias didácticas logra que el estudiante construya sus propios conocimientos, ya que comprende la nueva información y activa su memoria a corto y largo plazo. En consecuencia, si el docente tiene conocimientos sobre los estilos de aprendizaje de sus estudiantes o, dicho en otras palabras, las formas en que ellos incorporan y procesan la información a nivel cognitivo, podrá planificar propuestas pedagógicas que logren un aprendizaje significativo y permanente en sus estudiantes (Garcés et al., 2018).

La expresión “Estilos de Aprendizaje” (EA) tiene múltiples definiciones, las cuales varían en relación con el enfoque, el área de estudio y los elementos involucrados.

Alonso y Gallego (1994), define estilos de aprendizaje como “rasgos cognitivos, afectivos y fisiológicos que sirven como indicadores relativamente estables, de cómo los discentes perciben, interaccionan y responden a sus ambientes de aprendizaje” (p. 4). Por su parte Kolb (1984), los describe como capacidades de aprendizaje que se destacan, como resultado de la herencia, las experiencias vitales propias, y exigencias del medio ambiente actual. En teoría, cada persona recibe la información del mundo real a través de diferentes procesos, en consecuencia, se modela una manera individual de responder a tareas de aprendizaje las cuales varían según el contexto y la influencia del medioambiente sobre el sujeto (Peterson, Rayner y Armstrong, 2009). Esto es respaldado por la evidencia neurocientífica que indica que el cerebro procesa la información de manera íntegra y sincronizada gracias a un conjunto extenso de módulos funcionales interconectados (Geake, 2011), por tanto, la forma en que cada uno de nosotros aprende es flexible y cambiante en función de la situación de aprendizaje, experiencia del individuo y estrategias utilizadas por el docente, (Isaza, 2014). Diversos autores han intentado sistematizar las preferencias de aprendizaje a través de modelos explicativos de estilos, siendo uno de los modelos más populares e influyentes el desarrollado por David Kolb (1981). El modelo desarrollado por Kolb, plantea que cada sujeto aprende de una manera particular, producto de la herencia biológica, las experiencias cotidianas y las demandas del entorno en el cual se desarrolla, ya que el aprendizaje es el proceso de creación del conocimiento a través de la transformación de la experiencia. De este modo, para Kolb el proceso de aprendizaje constaría de cuatro fases: experiencia concreta (EC), observación reflexiva (OR), conceptualización abstracta (CA) y experimentación activa (EA) (Kolb, 1984). La combinación de las cuatro etapas de aprendizaje llevó a Kolb a distinguir cuatro categorías de aprendices (Kolb, 1984):

- a) Divergente: resulta de la experiencia captada a través de la aprehensión y transformada a través de la intención. En el estilo divergente, se desempeñan más las personas con preferencias de aprendizajes de las dimensiones Experiencia Concreta (EC) y Observación Reflexiva (OR). Se destacan por su

disposición a considerar las situaciones concretas y prefieren más observar que hacer.

- b) Asimilador: resulta de la experiencia captada a través de la comprensión y transformada a través de la intención. Las capacidades que predominan en este estilo son la Conceptualización Abstracta (CA) y la Observación Reflexiva (OR). Estos individuos tienen su mayor fortaleza en crear modelos teóricos y destacan en razonamiento inductivo.
- c) Convergente: resulta de la experiencia captada a través de la comprensión y transformada a través de la extensión. Por lo tanto, las capacidades de aprendizaje dominante son la Conceptualización Abstracta (CA) y la Experimentación Activa (EA). Su punto más fuerte reside en la aplicación práctica de ideas y teorías y encontrar solución a problemas.
- d) Acomodador: resulta de la experiencia captada a través de la aprehensión y transformada a través de la extensión. Las capacidades de aprendizaje dominante en este estilo son la Experiencia Concreta (EC) y la Experiencia Activa (EA). Su fortaleza reside en llevar a cabo proyectos y experimentos y en involucrarse en experiencias nuevas.

Específicamente en relación con el aprendizaje de conocimientos científicos, desde la didáctica de las ciencias, hace ya varias décadas se ha planteado la necesidad de que, además de los contenidos específicos de las ciencias, el estudiante incorpore habilidades lingüísticas, cognitivas, de investigación y experienciales, que le permitan un mejor y más eficaz acercamiento al estudio de los fenómenos naturales (Bandiera et al.,1995; Rief y Larkin, 1994). Algunos autores, incluso han planteado un modelo de aprendizaje denominado modelo científico escolar (MCE) que tiene por finalidad permitir a los estudiantes interpretar hechos con diferentes estrategias de análisis y a través de la búsqueda de soluciones, propuestas de resignificación teórica desde el lenguaje particular de las ciencias, que promuevan el estructurar y conceptualizar conocimientos y desarrollen competencias de pensamiento científico (CPC) y que permitan a los estudiantes tener mejores explicaciones sobre los fenómenos naturales (Raval y Quintanilla,

2012). En ese contexto, un camino posible para potenciar el desarrollo de estas competencias científicas, es el conocer sobre las formas de aprender de nuestros estudiantes, su manera de interpretar la realidad y cuales son sus estrategias cognitivas, es decir, conocer sobre sus rasgos cognitivos o estilos de aprendizaje, y así tener información de cómo perciben, procesan y responden a estímulos de aprendizaje. De esta manera, el docente podría rediseñar experiencias de aprendizaje, incorporando metodologías participativas enfocadas hacia el aprendizaje de las ciencias (ABP, indagación, salidas de campo, entre otras), pero enriquecidas con la información sobre los estilos de aprendizaje de sus estudiantes, lo que le permitiría una entrega de conocimientos significativa y una práctica efectiva (Analya-Beltran et al., 2021).

Ahora bien, desde el contexto educativo, el proceso de cambio que han llevado a cabo diversas universidades, desde un curriculum por objetivos hacia uno por competencias, también ha puesto como uno de sus focos principales conocer las características de sus estudiantes, con el fin de crear y adaptar los procesos de formación, así como también, planificar estrategias que mejoren el rendimiento académico y minimicen la deserción universitaria (Lozano y Maldonado, 2019; González y Evaristo, 2021). Un ejemplo de ello son las investigaciones sobre estilos de aprendizaje, las cuales se centran principalmente en experiencias en diferentes carreras (Ros, Cacheiro y Gallego, 2017; Alkooheji, Al-Hattami, 2018; Garcés, Montaluisa y Salas, 2018) con el fin de conocer como sus estudiantes aprenden y así diseñar experiencias de aprendizaje que respondan a la diversidad de estudiantes presentes en una cohorte de estudiantes universitarios.

Sin embargo, existen algunas voces críticas frente a los estilos de aprendizaje. Para la neurociencia, la idea de los estilos de aprendizaje no es del todo correcta, e incluso se plantea como uno de los neuromitos más comunes (Goswami, 2006), cuya base científica establece que los tipos de información sensorial (visual, auditiva y kinestésica) se procesan en áreas diferentes en el cerebro, lo cual es una idea equivocada ya que, por el contrario, el “funcionamiento cerebral es resultado de la integración sincronizada del procesamiento de la información, que involucra un conjunto extenso de módulos funcionales interconectados” (Geake, 2011,

p.195). En consecuencia, los denominados “estilos de aprendizaje” que priorizan un solo modo de procesamiento (Visual-Auditivo-Kinestésico), no representan la forma en que el cerebro procesa información. En ese sentido, el análisis sobre estilos de aprendizaje planteado por Kolb va en la línea neurocientífica, estableciendo etapas en el proceso de aprendizaje de las personas (Kolb, 1984), las cuales se asemejan al como procesamos la información desde el punto de vista cerebral. Otro aspecto importante dentro del planteamiento de los estilos de aprendizaje, es la relación directa que suele plantearse en muchos estudios, entre algunos estilos de aprendizaje (como el reflexivo) y un mejor rendimiento académico, situación que en ocasiones se debe más que a un estilo determinado, al vínculo entre el perfil del estudiante que ingresa y el perfil formativo de algunas carreras, es decir, a la manera en que se estructura el curriculum de ciertas carreras, como las carreras de salud, con metodologías de enseñanza que promueven y potencian algunas de las competencias profesionales y estrategias cognitivas de aprendizaje por sobre otras (Altamirano et al., 2019).

Es por esta razón que el presente estudio, tiene como propósito: (1) Identificar la predominancia de estilos de aprendizaje de los estudiantes de la carrera de Pedagogía en Ciencias de una universidad chilena y (2) Estudiar la relación entre estilos de aprendizaje y rendimiento académico (promedio ponderado acumulado (PPA)), con el fin de hacer un análisis crítico y, a partir de los resultados dar algunas orientaciones en relación a como estructurar un curriculum a partir de la diversidad de sus estudiantes, y no solo centrado en el perfil formativo de la carrera de Pedagogía en Ciencias.

3. Metodología

La investigación realizada fue de tipo descriptivo, transversal y relacional (Hernández-Sampieri, Mendoza, 2020). Participó un número total de 118 estudiantes (80 mujeres y 38 hombres) de la carrera de Pedagogía en Ciencias con especialidad en química, biología y física de una universidad privada de la Región del Maule-Chile. Se obtuvo la autorización de la Dirección de la Carrera para realizar la investigación y el consentimiento informado de los estudiantes. Las encuestas se

aplicaron por cada año de carrera (primer año, segundo año, tercer año y cuarto año) donde se explicó a los estudiantes el objetivo de la investigación, se hizo entrega de consentimiento informado para su firma y se dio el tiempo para completar el inventario.

El Inventario de Estilos de Aprendizaje de David Kolb está referido al estilo de aprender que el alumno pudiera mayormente presentar. El test consta de cuatro columnas (de la 1 a la 4) y nueve líneas horizontales (de la línea A hasta la J). Cada línea presenta 4 atributos referidos al estilo de aprender que el estudiante pudiera mayormente presentar. Para contestar de forma correcta el test se debe leer las cuatro palabras de cada fila y ordenarlas asignándole un puntaje de 1 a 4, dando el valor 4 a la palabra que mejor represente el estilo de aprendizaje del alumno, un 3 a la palabra que le asigne en orden de preferencia, un 2 a la siguiente, y finalmente un 1 a la que menos lo caracterice. No puede asignarse el mismo puntaje a dos palabras (Kolb, 1984). Para calcular el puntaje de la primera columna denominada *experiencia concreta* (EC) se suman los puntajes de las filas B, C, D, E, G y H. Para calcular el puntaje de la segunda columna denominada *observación reflexiva* (OR) se suman los puntajes asignados de las filas A, C, F, G, H, e I. Para calcular el puntaje de la tercera columna denominada *conceptualización abstracta* (CA) se suman los puntajes de las filas B, C, D, E, H e I. Para calcular el puntaje de la cuarta columna denominada *experimentación activa* (EA) se suman los puntajes de las filas A, C, F, G, H, e I. Luego, para determinar el estilo de aprendizaje, se calcularon las siguientes restas: $CA - EC$, y $EA - OR$. Los valores obtenidos de las restas anteriores fueron marcados en un sistema de coordenadas donde, en el eje vertical se encuentra la puntuación obtenida en la resta $CA - EC$, y en el eje horizontal el resultado obtenido de la resta de $EA - OR$, respetando el signo positivo (+) o negativo (-) que se haya obtenido en las restas. Finalmente, se marca el punto de intersección de ambos valores, y en base al cuadrante en el que se ubique el punto se determina el estilo de aprendizaje que posee el estudiante, el cual puede ser, acomodador, divergente, convergente o asimilador (figura 1).

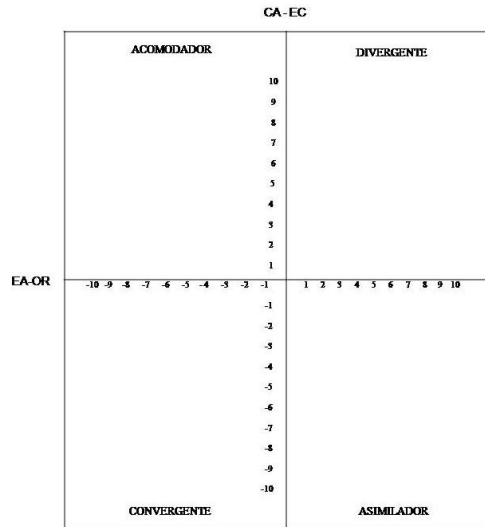


Figura 1. Cuadrante para determinar estilo de aprendizaje según test de Kolb.
Fuente: Elaboración propia

Las variables recopiladas en este estudio fueron: estilos predominantes de aprendizaje, y rendimiento académico, las cuales fueron tabuladas en una planilla Excel, y en una base de datos en el programa SPSS (versión 24.0), para su análisis estadístico. Se utilizaron las diferentes clasificaciones de predominancia de estilo de aprendizaje (acomodador, asimilador, convergente, divergente), con el objetivo de analizar su relación con el rendimiento académico. Se llevó a cabo un análisis descriptivo de para la variable en estudio. Se utilizó la prueba *Chi Cuadrado de Pearson* para analizar la relación entre estilos de aprendizaje y rendimiento académico. Además, se probaron los supuestos de normalidad para evaluar la utilización de pruebas paramétricas o no paramétricas y determinar si existían diferencias significativas entre rendimiento académico y estilo de aprendizaje.

4. Resultados

4.1. Predominancia de estilos de aprendizaje

Los estudiantes participantes tienen diferentes preferencias en relación con los estilos de aprendizaje (Figura 2). De un total de 118 participantes un 44% del total de alumnos (52 alumnos), poseen el estilo de aprendizaje divergente, mientras un 27% del total de la muestra, correspondiente a 32 alumnos, presentan un estilo

de aprendizaje acomodador. En tanto, un 13% (15 alumnos) poseen características propias del estilo convergente y finalmente 19 alumnos (un 16% del total) presentan un estilo asimilador.

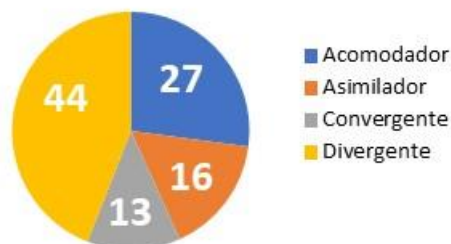


Figura 2. Gráfico Porcentaje de estilos de aprendizaje.
Fuente: Elaboración propia

El hecho de que los participantes del estudio tengan preferencia por el estilo de aprendizaje divergente implica que las capacidades de aprendizaje más representativas son la experiencia concreta (EC) y la observación reflexiva (OR). Lo anterior significa que estos individuos en su mayoría logran aprendizajes por medio de situaciones concretas, pero también a través de la reflexión. Es decir, en ocasiones son capaces de aprender a través de entornos cotidianos que les permitan retroalimentar con sus pares y en otras por medio de estrategias didácticas basadas en la reflexión. Este tipo de estudiante tiene, por ejemplo, una mejor comprensión a través de lectura de libros o del apoyo de clases de pizarra o diapositivas (Magulod, 2019), lo que coincide con el modelo tradicional de clases desarrollada en educación superior y conocida como clase magistral (Ossa y Lagos, 2013). Resultados similares a esta investigación se han encontrado en el estudio de Khalid, Mokhtar, Omar-Fauzee, Kasim y Don (2013) quienes concluyeron que los estudiantes de carreras vinculadas a las ciencias, preferían actividades de enseñanza y aprendizaje más tradicionales. En esa línea, Kolb (1984) concluye a partir del desarrollo de su Modelo de Aprendizaje Experiencial, que a pesar de que la base del aprendizaje lo constituye la experiencia, este no se producirá a menos que exista reflexión. Esta preferencia por el estilo reflexivo coincide con los resultados obtenidos en otras investigaciones (Ros, Cacheiro y Gallego, 2017).

4.2. Estilos de aprendizaje (EA) y rendimiento escolar

Los resultados muestran que los estudiantes con predominancia por el estilo de aprendizaje convergente (figura 3), presentan un rendimiento levemente superior en relación con aquellos compañeros que tienen preferencia por otro estilo de aprendizaje (Tabla 1).

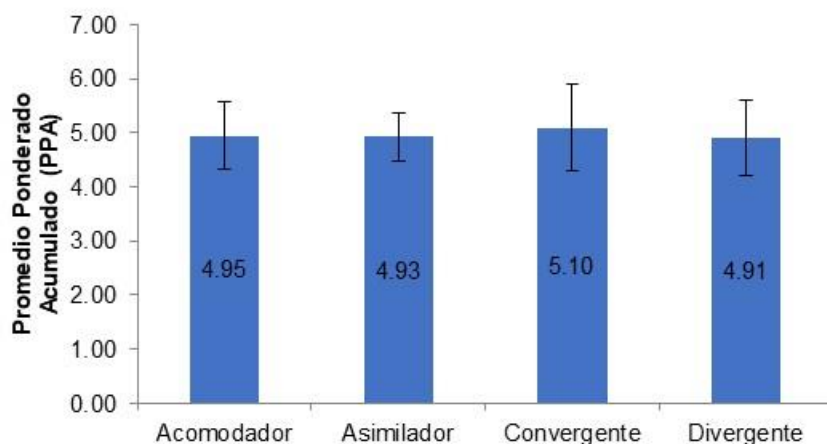


Figura 3. Gráfico porcentaje de rendimiento académico según estilos de aprendizaje.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 1. Rendimiento académico en función de la predominancia de estilos de aprendizaje.

Estilos de Aprendizaje	Rendimiento de académico		
	N	Media	Desviación estándar
Divergente	52	4,91	0,685
Convergente	15	5,09	0,773
Acomodador	32	4,95	0,619
Asimilador	19	4,93	0,446
Total	118	4,94	0,642

Nota: * $p < .05$.

Sin embargo, tras realizar el análisis inferencial se estableció que no existen diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento de los estudiantes en función de su estilo de aprendizaje predominante ($F(3,114) = 0.32; p = 0.814$).

5. Discusión y Conclusiones

Respecto de estos resultados, las investigaciones en el área muestran efectos disímiles, con estudios en que se demuestra una relación entre predominancia del estilo reflexivo con un rendimiento académico superior (Escanero-Marcén, Soria, Guerra-Sanchez, 2018), o como el de Ossa y Lagos (2013) que observaron relación entre rendimiento académico, pero con un estilo de aprendizaje teórico. Pese a la evidencia presentada existe, aunque en menor medida, investigaciones que respaldan los resultados de esta investigación como el estudio de Cantú (2004) quien no logró establecer una relación entre estilos de aprendizaje y rendimiento académico. Esta diversidad de resultados, muestra que el vínculo entre rendimiento académico y estilo de aprendizaje aún no está del todo claro, producto de la multicausalidad del rendimiento académico. Bajo esa premisa, el rendimiento más que depender de las preferencias de los estudiantes por un estilo de aprendizaje, estaría influenciado por otros factores como, por ejemplo, las condiciones cognitivas, que implican estrategias de aprendizaje relacionadas con diversos procesos como selección, organización, y elaboración de los diversos contenidos (Garbanzo, 2007) y que requieren, en consecuencia, del uso de varios estilos de aprendizaje en función de la tarea u objetivo de aprendizaje, por tanto, los estilos de aprendizaje no se encuentran de manera pura en un individuo sino que sólo son tendencias. Lo anterior concuerda con la evidencia neurocientífica que indica que las zonas cerebrales involucradas en el procesamiento de la información están interconectadas y, por consiguiente, integran la información como resultado de los distintos modos sensoriales (Galli, 2016) y no de un estilo predominante. De esta manera, no podría afirmarse que existe una mejora en el aprendizaje cuando se plantean estrategias de enseñanza sólo en función de un estilo de aprendizaje

(Geake, 2011), no obstante, el presentar la información en diversos modos sensoriales, puede apoyar y mejorar el aprendizaje (Howard-Jones, 2014).

A partir de este planteamiento, se vuelve relevante en carreras de educación universitaria conocer la forma en la que los estudiantes procesan la información, con el fin de modificar y redirigir las acciones pedagógicas hacia estrategias y propuestas educativas más cercanas a los intereses y estilos de los estudiantes, lo que permitirá al docente acompañar de manera más efectiva e integral el proceso de aprendizaje (Isaza, 2014). Por esta razón, es tarea de las instituciones de educación superior promover e impulsar de manera progresiva, procesos de innovación curricular que aborden los procesos de enseñanza a partir de la diversidad de estilos de aprendizaje de sus estudiantes.

En el caso de los profesores en formación, se vuelve crucial dentro de su proceso formativo, la incorporación de experiencias de enseñanza constructivista que aborden el aprendizaje desde una mirada más amplia que incluya, por ejemplo, las diversas formas de aprender. Bandura (1994) sostiene que dentro de los factores que determinan la preferencia de los docentes en ejercicio por la enseñanza tradicional se encuentran las experiencias de formación de docentes universitarios y las experiencias escolares pasadas. Dicho de otro modo, los estilos de enseñanza de los docentes podrían influir en los estilos de aprendizaje de sus estudiantes (Pacheco y Maldonado, 2017).

Con base en este argumento, el alto porcentaje de estudiantes divergentes en el presente estudio daría cuenta de un aprendizaje basado en procesos de observación más pasiva y reflexiva, características propias de una enseñanza tradicional fundamentada en el modelo de transmisión-recepción, muy arraigada en el curriculum escolar, pero lejana al enfoque actual de enseñanza de las ciencias (Santos, Franco, Leon, Ovigli y Junior, 2017). A esto se suma la educación superior que, por medio de sus modelos pedagógicos y estrategias docentes favorece y estimula el desarrollo del estilo reflexivo en sus estudiantes, en perjuicio de otro tipo de habilidades como la creatividad, espontaneidad, trabajo en equipo, entre otras. Por el contrario, el estilo de aprendizaje convergente, que resultó ser el menos representativo en este estudio, sería el reflejo de un grupo minoritario de estudiantes

que ha recibido en su educación secundaria un tipo de educación constructivista con actividades de experimentación, simulaciones y tareas de laboratorio, todos aspectos vinculados con la dimensión de experimentación activa planteada por Kolb (Kolb y Kolb, 2005). La dimensión de experimentación activa describe a personas que poseen una orientación práctica, que aprenden “haciendo”, prefieren participar que observar y se desenvuelven bien en trabajos de equipo (Kolb, 1984). Esta descripción coincide, por una parte, con las características propias del trabajo científico y, por otra, con las competencias del perfil de egreso que se esperan en un futuro profesor de ciencias, a la luz de la perspectiva actual para la enseñanza de las ciencias (Guerrero, Tecpan, Rojas-Rojas y Joglar, 2020).

Ahora bien, es importante señalar que, aunque el constructivismo es considerado como el modelo de enseñanza por excelencia en la actualidad, los modelos tradicionales de enseñanza pueden ser igualmente efectivos para algunos estilos de aprendizaje y para ciertas áreas del conocimiento como matemáticas y ciencias. Por consiguiente, más que centrar los esfuerzos en potenciar ciertos tipos de estilos de aprendizaje, se espera que los docentes utilicen esta información para flexibilizar sus estilos de enseñanza y así dar respuesta a los diferentes estilos de aprendizaje de sus estudiantes y a los contenidos que deben entregar. Es fundamental que los programas de formación docente apliquen variadas estrategias en sus programas de estudio para proporcionar a los futuros profesores estilos de enseñanza diversos y flexibles (Kablan y Kaya, 2014).

Tras concluir el estudio, se pudo determinar en primer lugar que, el estilo de aprendizaje más representativo entre los estudiantes de la carrera de Pedagogía en ciencias que participaron es el estilo divergente. En segundo lugar, no fue posible demostrar si los estilos de aprendizaje influyen en el rendimiento académico de los alumnos. Esto refleja que a pesar de que los estilos de aprendizaje en carreras de educación han sido ampliamente abordados, las investigaciones propuestas no han podido determinar claramente si existe o no influencia de los estilos de aprendizaje en el desempeño académico de sus estudiantes. Es por ello que consideramos relevante profundizar en este tipo de estudios, con el objetivo de flexibilizar las prácticas docentes e incorporar perspectivas educativas innovadoras e inclusivas

que recojan la diversidad de estudiantes y sus distintas formas de aprender y así lograr aprendizajes significativos en los estudiantes en formación.

5. Referencias Bibliográficas

- Alanya-Beltran, J., Padilla, J., Panduro, J. (2021). Propuestas abordadas a los estilos de aprendizaje. *Centro Sur Social Science Journal*, E4, 178-197.
- Alkooheji, L. & Al-Hattami, A. (2018). Learning Style Preferences among College Students. *International Education Studies*, 11(10), 50-63.
- Alonso, C., y Gallego, D. (1994). Estilos individuales de aprendizaje: implicaciones en la conducta vocacional. En F. Rivas. (Ed.), *Manual de asesoramiento y orientación vocacional*. España: Editorial Síntesis.
- Altamirano-Droguett JE, Araya-Crisóstomo SP, Contreras MP. Estilos de aprendizaje y rendimiento académico de estudiantes de la carrera de obstetricia. *Rev. Ciencias de la Salud* 17(2), 276-92.
- Bandiera, M., Dupre, F., Ianniello, M., Vicentini, M. (1995). *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 13 (3), 46-54.
- Bandura, A. (1994). Self-efficacy. In V. S. Ramachaudran. (Ed.), *Encyclopedia of human behavior* (pp. 71-81). New York, United States: Academic Press.
- Cantú, I. (2004). El estilo de aprendizaje y la relación con el desempeño académico de los estudiantes de Arquitectura de la UANL. *Ciencia UANL*, 7(1):72-79.
- Castillo, K., Chávez, P., Zoller, M. (2019). Factores familiares y escolares que influyen en los problemas de conducta y de aprendizaje en los niños. *ACADEMO* (Asunción), 6(2):124-134.
- Córdova, R., Mamani-Benito, O., Apaza, E. (2019). Estilos de aprendizaje y estrategias metacognitivas en estudiantes de psicología de una universidad privada de Juliaca. *Revista de Investigaciones de la Escuela de Posgrado de la UNA PUNO*, 8(3), 1224-1233.

- Escanero-Marcén, J., Soria, M., Guerra-Sánchez, M. (2018). Estilos de aprendizaje y rendimiento académico: diferentes herramientas, diferentes resultados. *FEM: Revista de la Fundación Educación Médica*, 21(4), 173-180.
- Galli, J. (2016). ¿Hay niños visuales, auditivos y cinestésicos? El problema de los neuromitos en la interacción entre neurociencias y educación. En M. Andrés, L. Canet & M. Richard's. (Eds.). *¿Cómo podemos transformar nuestras escuelas? Estrategias para fomentar la autorregulación en la escuela primaria*. Buenos Aires: UNMDP.
- Garbanzo, G. (2007). Factores asociados al rendimiento académico en estudiantes universitarios, una reflexión desde la calidad de la educación superior pública. *Revista Educación*, 31(1): 43-63. doi: <https://doi.org/10.15517/revedu.v31i1.1252>
- Gargallo-López, B., Pérez-Pérez, C., Verde-Peleato, I., García-Félix, E. (2017). Estilos de aprendizaje en estudiantes universitarios y enseñanza centrada en el aprendizaje. *RELIEVE*, 23(2), art. 2. doi: <http://doi.org/10.7203/relieve.23.2.9078>
- Garcés, L., Montaluisa, Á, Salas, E. (2018). El aprendizaje significativo y su relación con los estilos de aprendizaje. *Revista Anales*, 1 (376), 231-248.
- García, M., Vilanova, S., Señorino, O., Medel, G., Natal, M. (2017). Relaciones entre formación disciplinar, concepciones sobre el aprendizaje y uso de estrategias metacognitivas en estudiantes universitarios de profesorado. *Revista iberoamericana de educación superior*, 8 (23), 49-68.
- Geake, J. (2011). Conectividad neural y creatividad intelectual: acerca de dotados, savants y estilos de aprendizaje. En S. Lipina y M. Sigman (Eds.), *La pizarra de Babel. Puentes entre neurociencia, psicología y educación* (pp. 195-210). Buenos Aires: Libros del Zorzal.
- Guerrero, G., Tecpan, S., Rojas-Rojas, S., Joglar, C. (2020). Caracterización del nivel de razonamiento científico en futuros profesores: desafíos para la formación inicial docente. *Formación universitaria*, 13(5), 45-56.

- González, E., Evaristo, I. (2021). Rendimiento académico y deserción de estudiantes universitarios de un curso en modalidad virtual y presencial. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(2), 189-202.
- Hernández-Sampieri, S., Mendoza, Christian (2020). *Metodología de la investigación*. Ciudad de México, México: McGraw Hill.
- Howard-Jones, P. (2014). Neuroscience and education: myths and messages. *Nature Reviews Neuroscience*, 15(12), 817-824. doi: 10.1038/nrn3817.
- Isaza, Laura. (2014). Estilos de Aprendizaje: una apuesta por el desempeño académico de los estudiantes en la Educación Superior. *Revista Encuentros*, 12(2):25-34.
- Kablan, Z., & Kaya, S. (2014). Preservice teachers' constructivist teaching scores based on their learning styles. *Australian Journal of Teacher Education*, 39 (12).
- Khalid, R., Mokhtar, A., Omar-Fauzee, M., Kasim, A., & Don, Y. (2013). The Learning Styles and Academic Achievements among Arts and Science Streams Student. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 2(2).
- Kolb, A., & Kolb, D. (2005). Learning styles and learning spaces: Enhancing experiential learning in higher education. *Academy of Management Learning & Education*, 4 (2), pp. 193-212. Doi: <http://dx.doi.org/10.5465/AMLE.2005.17268566>
- Kolb, D. (1984). *Experiential Learning: experience as the source of learning and development*. United States: Prentice-Hall.
- Kolb, D. (1981), Learning styles and disciplinary differences, In A. Chirckering (Ed.), *The modern American college* (pp.232-255). Estados Unidos: Jossey-Bass Publishers.
- Lozano, D., Maldonado, L. (2019). Asociación entre confianza e influencia negativa con el rendimiento académico como desencadenante de la deserción escolar en la educación media superior. *RIDE. Revista Iberoamericana para la*

- Magulod, G. (2019). Learning styles, study habits and academic performance of Filipino university students in applied science courses: Implications for instruction. *Journal of Technology and Science Education*, 9(2), 184-198.
<https://doi.org/10.3926/jotse.504>
- Marsiglia-Fuentes, R., Llamas-Chávez, J., Torregroza-Fuentes, E. (2020). Las estrategias de enseñanza y los estilos de aprendizaje una aproximación al caso de la licenciatura en educación de la Universidad de Cartagena (Colombia). *Formación universitaria*, 13(1), 27-34.
- Mato-Vásquez, D., Espiñeira, E., López-Chao, V. A. (2017). Impacto del uso de estrategias metacognitivas en la enseñanza de las matemáticas. *Perfiles educativos*, 39(158), 91-111.
- Ossa, C., y Lagos, N. (2013). Estilos de aprendizaje y rendimiento académico en estudiantes de pedagogía de educación general básica (primaria) de una universidad pública de Chile. *Revista Estilos de Aprendizaje*, 11(11): 178-189.
- Pacheco, R. y Maldonado, E. (2017). Relación entre los estilos de aprendizaje y las teorías de enseñanza. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (32), 7-13.
- Pérez, A, Méndez, C., Pérez, P., Yris, H. (2019). Los estilos de aprendizaje como estrategia para la enseñanza en educación superior. *Revista de estilos de aprendizaje*, 12(23), 96-122.
- Peterson, R., Rayner, S., & Armstrong, S. (2009). Researching the psychology of cognitive style and learning style: Is there really a future?. *Learning and Individual Differences*, 19 (4), pp. 518-523.
- Ravanal, E., Quintanilla, M. (2012). Concepciones del profesorado de Biología en ejercicio sobre el aprendizaje científico escolar. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 30, 33-54.

- Reif, F., Larkin, J. (1994). El conocimiento científico y cotidiano: comparación e implicaciones para el aprendizaje. *Comunicación, Lenguaje y Educación*, 21, 3-30.
- Ros, N., Cacheiro, M., y Gallego, D. (2017). Preferencias en estilos de aprendizaje de los alumnos que cursan los estudios de bachillerato en la región de Murcia. *Tendencias Pedagógicas*, 30: 105-117.
- Santos, C., Franco, R., Leon, D., Ovigli, D., & Junior, P. (2017). Interdisciplinarity in Education: Overcoming Fragmentation in the Teaching-Learning Process. *International Education Studies*, 10 (10), p.71-77.
- Schunk, D. (2012). *Teorías del aprendizaje*. Ciudad de México, México: Pearson Educación, 568 p.
- Wilkinson, T., Boohan, M., & Stevenson, M. (2014). Does learning style influence academic performance in different forms of assessment?. *Journal of Anatomy*, 224 (3), 304-308. doi: <https://doi.org/10.1111/joa.12126>
- Viera Torres, T., (2003). El aprendizaje verbal significativo de Ausubel. Algunas consideraciones desde el enfoque histórico cultural. *Universidades*, (26),37-43.

CAPÍTULO 10

EXPERIENCIA EN AULA HOSPITALARIA: APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA A TRAVÉS DE LA CULTURA MAYA

Clargina Monsalve^{1,2} · Bárbara Ossandón³ · Dánae Arias³ · Camila Villegas³ ·
Gonzalo Abarca⁴
clargina@gmail.com · barbara.ossandon@usach.cl · danae.arias.c@usach.cl ·
camila.villegas.c@usach.cl · abarcamellagonzalo@gmail.com

¹Asociación Civil El Aula de los Sueños, Venezuela

²Grupo de Investigación en PH de la PUCE

³Universidad de Santiago de Chile (USACH), Chile

⁴Escuela Hospitalaria El Carmen de Maipú, Chile

Resumen: La experiencia se desarrolla durante la pandemia en una Escuela Hospitalaria de Santiago, en el multigrado (7.º y 8.º básico). Teóricamente, se sustenta en la Pedagogía Hospitalaria y el Modelo *STEAM*¹¹ *integrado*, desde los cuales se logra incorporar la emocionalidad y motivación en el proceso de aprendizaje. El objetivo curricular se centró en el dominio del operador matemático de la multiplicación, con una ampliación que permitiera resolver problemas situados en la cotidianidad, para ello, se abordó la multiplicación en la cultura Maya. Fueron ocho sesiones de trabajo, desde las cuales se plantea una secuencia didáctica ajustada a la realidad de estudiantes con diversas condiciones de salud. Es planteada por docentes en formación de Pedagogía y Matemática de la USACH, acompañadas por el profesor titular. Los resultados de aprendizaje permitieron abordar conceptos interrelacionados entre matemática, geometría, geografía, historia, entre otros; en el marco del legado de la cultura Maya los estudiantes conocieron datos curiosos como la invención del cero y la astronomía. Se resalta, por parte de las docentes el interés de profundizar en la Pedagogía Hospitalaria, pues su modalidad implica un nuevo espacio para comprender la importancia de la educación cuando existen diversas condiciones de salud.

Palabras claves: Aulas Hospitalarias, enseñanza de la matemática, STEAM.

1. Introducción

La iniciativa desarrollada buscó indagar en las consideraciones a tener en cuenta para el aprendizaje de la matemática de estudiantes partícipes de la modalidad de Escuela Hospitalaria, en un curso multigrado de 7.º y 8.º básico. Para

¹¹ Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics

el desarrollo de la misma fue necesario identificar y recibir la autorización de un centro educativo con estas características y en el cual se desarrollaran las distintas modalidades educativas enunciadas en el marco normativo chileno y que se identifican en el corpus teórico de la Pedagogía Hospitalaria; en tal sentido, fue posible realizar esta experiencia con foco investigativo en la Escuela Hospitalaria El Carmen de Maipú, bajo la autorización de su Director Don Fabian Santibáñez. Para el desarrollo de las observaciones e investigación participante, fue importante profundizar en los sustentos teóricos y fundamentos epistemológicos que hasta el momento se han planteado como propuesta para la Pedagogía Hospitalaria, para lo cual las estudiantes investigadoras recibieron el apoyo de su profesora de Seminario de Grado, la Mg. Bárbara Ossandón y de la profesora Clargina Monsalve, investigadora en el campo de la Pedagogía Hospitalaria. De tal modo y para poder optar al grado de Licenciatura en Física y Matemática, las estudiantes-investigadoras, Danae Arias y Camila Villegas, durante el primer semestre del año 2022, realizaron un proceso de observación participante de clases online de matemática del curso multigrado señalado, bajo la supervisión y acompañamiento del docente Gonzalo Abarca, quien fungió como profesor guía en campo, por lo cual, autorizado por la directiva de la escuela para estas funciones de acompañamiento.

Como parte del proceso de un trabajo de investigación de Seminario de Grado, una vez sorteados los aspectos administrativos y la preparación previa para la experiencia, las estudiantes investigadoras comenzaron sus intervenciones, de las cuales debía emerger una secuencia didáctica; la misma se fue enriqueciendo en cada una de las sesiones de trabajo, las cuales fueron ocho de forma online y una de carácter presencial bajo el foco de co-docencia situada, activa y contextualizada en el área de la matemática y relativa a la operatoria específica de la multiplicación, así mismo cada secuencia se vió también mejorada a partir de la experiencia y observaciones realizadas por el profesor titular del curso. Tomando en cuenta todos los aportes del proceso investigativo y de intervención, y como parte de una de las exigencias de la asignatura de Seminario de Grado, se consideró pertinente sistematizar, recopilar y presentar esta experiencia como un modelo de buenas prácticas en el aprendizaje de la matemática, además enmarcado en el campo de

la Pedagogía Hospitalaria. Tomando en cuenta que las autorizaciones dadas implicaban el enfoque investigativo y la presentación de los resultados de dicha intervención, se agradece al centro de prácticas e investigación, la Escuela Hospitalaria El Carmen de Maipú, junto con la docente titular de la asignatura de Seminario de Trabajo de Grado en la Carrera de Pedagogía en Física y Matemática de la USACH, por haber hecho posible a través de sus gestiones y buen hacer, esta experiencia para el equipo investigador, la cual, desde una mirada multifacética y con el aporte de los principales implicados, se presenta de forma breve y sintética. Sus mayores implicancias y aportes podrán encontrarse en el Trabajo Especial de Grado de las investigadoras antes mencionadas.

Como objetivo principal, la experiencia se enfocó en:

Proponer una estrategia educativa matemática lúdica adecuada para niños, niñas y adolescentes (NNA) que se encuentren en un *aula hospitalaria*, respondiendo de este modo al derecho de los mismos a aprender en igualdad de condiciones y partiendo de los principios que plantean los modelos educativos basado en *educación STEAM integrada* y Pedagogía Hospitalaria, con la estrategia metodológica ECBI (Enseñanza de las ciencias basada en la indagación).

Los objetivos específicos de la experiencia educativa fueron:

- Identificar potencialidades, intereses, expectativas y necesidades educativas del grupo un curso multigrado de 7.º y 8.º, que se encuentren en la modalidad de aula hospitalaria, a través de la observación participante y el trabajo colaborativo para el diseño de una secuencia didáctica ajustada a las realidades detectadas.
- Diseñar y crear una estrategia educativa interdisciplinaria adecuada para una unidad de matemática en el curso multigrado de 7.º y 8.º de la Escuela Hospitalaria autorizada para la investigación, la cual tome en cuenta las características generales del curso y las singularidades identitarias, las cuales se encuentran estrechamente relacionadas a condiciones de salud

de índole neurológico y psiquiátrico.

- Aplicar el diseño de la estrategia educativa bajo el modelo educativo *STEAM integrado* y Pedagogía Hospitalaria, con apoyo de la estrategia ECBI, en el curso multigrado (7.º y 8.º básico) respetando los criterios metodológicos que rigen la escuela hospitalaria e incorporando aprendizajes significativos a partir de las observaciones participantes en donde se identifican las realidades de los educandos.
- Describir las posibilidades de aplicación y desarrollo del modelo educativo *STEAM integrado* y la estrategia metodológica ECBI, partiendo de la realidad, condiciones y características de la población estudiantil en aulas hospitalarias, en contexto de pandemia y con condiciones de salud asociadas a las áreas neurológicas y psiquiátricas.
- Contribuir al fortalecimiento de la autoformación y la autoestima de los estudiantes del curso multigrado de 7.º y 8.º de la Escuela Hospitalaria autorizada para la investigación, con un aprendizaje que les ayude a reconocerse como sujetos activos y capaces de desarrollar sus potencialidades y emocionalidad, partiendo de los principios de la Pedagogía Hospitalaria y la educación *STEAM integrada*.

2. Relato sobre la experiencia de innovación

El profesor titular del curso multigrado y las dos *docentes en formación* (en adelante, estudiantes-investigadoras) acordaron que los NNA requerían de un diseño pedagógico motivador, atrayente e interdisciplinar para el aprendizaje del pensamiento matemático. Más específicamente, en la operatoria matemática de la multiplicación.

El grupo-curso lo conforman 12 NNA, de los cuales una es mujer y once son hombres. Sus características de salud se enmarcan en las áreas neurológicas y psiquiátricas y otras enfermedades crónicas, las cuales por motivos de respeto a su intimidad e integridad personal, no pueden exponerse detalladamente. Sin embargo, se puede indicar que es posible la interacción en la sala de clases de

estudiantes con fobia escolar y social debido a trastornos vinculares o bullying, chicos y chicas con TEA y otras comorbilidades como TDAH, síndrome de Tourette o conductas oposicionistas desafiantes, así también, pueden llegar a interactuar estudiantes con enfermedades crónicas cardiovasculares, nefrológicas, diabetes, así como otros NNA con trastornos del neurodesarrollo o bien de carácter psiquiátrico que implican rasgos de personalidad desadaptativos.

Durante el período de observación participante, el profesor titular del curso multigrado y docente guía en campo de las estudiantes-investigadoras, señaló que el principio básico que orienta el desarrollo de sus clases es que “ningún aprendizaje significativo puede ocurrir sin una relación y todo aprendizaje significativo requiere de una emoción”. Surge aquí el primer desafío: la educación emocional debía formar parte importante de la secuencia educativa y las clases de matemáticas debían tener siempre una relación con la cotidianidad. Partiendo de estas premisas era indispensable dar respuesta a parámetros curriculares considerando la edad biológica, mental y desarrollo potencial del NNA, así como atender a su nivel de desarrollo cognitivo, habilidades comunicativas, singularidad identitaria y habilidades emocionales. Cabe destacar que desde el enfoque de la Pedagogía Hospitalaria la emocionalidad cobra vital importancia, pues se trata de un trabajo educativo en el marco de una condición de salud, que en muchos casos puede ser crónica, irreversible o traer otras consecuencias que inciden en los procesos de identidad y construcción de la propia singularidad, de autoestima y de autoconcepto del(a) educando(a), lo que puede denominarse un cambio epistemológico y de formas de acercarse al mundo por parte del niño, niña y joven en situación de enfermedad (Cardone y Monsalve, 2010), por lo cual, lo curricular se convierte en el medio para abordar la biografía del estudiante y desde allí motivar procesos de aprendizaje significativos (la relación con la cotidianidad). Además el reto planteado implica una mirada inter y transdisciplinaria en el marco de las acciones para el aprendizaje, lo cual se concatena con los fundamentos del modelo *STEAM integrado*, pues tal como lo afirman Cilleruelo y Zubiaga (2014), “este modelo de educación provee una aproximación interdisciplinaria integrada [...] El vínculo entre arte, ciencia y tecnología, permite el diseño de conexiones curriculares hasta el

momento consideradas incompatibles...”(p.2), de tal modo, que la secuencia didáctica, partiendo de ambos modelos, debían implicar asignaturas como orientación, historia, matemática, tecnología, ciencias naturales y como eje transversal indispensable, debía ahondar en las habilidades emocionales y la motivación al aprendizaje de los participantes.

Las estudiantes-investigadoras recogieron estas demandas y decidieron contextualizar su propuesta a través de las prácticas de la cultura Maya respecto de la operatoria de la multiplicación. Tal como se indicó anteriormente, el modelo educativo *STEAM integrado*¹² responde a estas necesidades formativas debido a que promueve el trabajo interdisciplinario indagatorio en base a equipos colaborativos y permite desarrollar competencias para la vida. En el caso de esta experiencia, integra principalmente las áreas de matemática, historia (cultura Maya), astronomía, geometría, educación emocional. La estrategia metodológica seleccionada consistente con este enfoque fue Enseñanza de la Ciencia Basada en la Indagación (ECBI) que contempla cuatro fases: focalización, exploración, reflexión y aplicación; se puede decir que ECBI permite un aterrizaje más concreto del modelo STEAM, pues como metodología “lleva a los estudiantes a desarrollar sus propias ideas gracias a un aprendizaje basado en la experimentación y a construir, así, su conocimiento del mundo natural” (Sbarbati, 2015, p. 6), lo que en esta experiencia se potencia porque además se incorpora la reflexión del ámbito cultural y del aporte de pueblos originarios pre-colombinos al desarrollo de las ciencias y la matemática. En tal sentido, la implementación de la estrategia ECBI, como medio para lograr el desarrollo de aprendizajes interdisciplinarios planteados como un norte desde el modelo *STEAM integrado*, también logra aterrizar la amplitud de mirada y flexibilización curricular que demanda en su hacer la propia pedagogía hospitalaria, en donde es indispensable además, abordar al estudiante desde su integralidad y respetando en todo momento su emocionalidad, incorporando ésta en los distintos momentos de aprendizaje.

¹² Otros denominan STEM+A

Con estos requerimientos la propuesta educativa elaborada (8 sesiones) es situada, lúdica, interdisciplinaria, significativa para NNA, respetuosa de sus características identitarias y de sus estados de ánimo, tributando a las cuatro fases de ECBI.

- La fase de *focalización* la constituye la primera clase de la propuesta, donde se presenta a NNA la cultura Maya relacionando las principales características de dicha cultura con la película *El camino hacia el Dorado*¹³ enfatizando la práctica Maya respecto de la operatoria matemática de la multiplicación.
- La de *exploración* se desarrolla mediante la resolución de la multiplicación de números de, a lo más, dos dígitos junto con preguntas de los propios estudiantes cuyas respuestas exigen indagar diversas fuentes y reflexionar a partir de ellas, e.g. comparar -desde distintos puntos de vista y disciplinas- las pirámides mayas de las egipcias.
- La fase de *reflexión* se implementa a través de problemas situados cuya resolución requiere el dominio de la operatoria mencionada.
- Finalmente, en la fase de *aplicación* se extrapola el método de multiplicación Maya a la resolución de problemas enfocados e.g. en determinar el área de las figuras geométricas: cuadrado y rectángulo. Se acompaña con actividades lúdicas, entre ellas acertijos y datos curiosos.

A continuación, se presenta la estructura de las clases y se ilustra con algunas actividades:

- **Inicio:** Espacio enfocado a la educación emocional. Cada estudiante comparte con su grupo-curso su estado de ánimo, incluidos los de las estudiantes-investigadoras y el profesor titular. Lo realizan empatizando con imágenes alusivas a animales domésticos o bien a dibujos animados (ver ejemplo en Figura 1).

¹³ Dirigida por Bibó Bergeron (2000)



Figura 1. Reconocimiento inicial del estado de ánimo
Fuente: Elaboración propia

- **Desarrollo:** Aprenden, por un lado, sobre la cultura Maya a través de juegos didácticos y *acertijos*. e.g descubrir un elemento de la cultura Maya por medio de la revelación de una imagen, y, por otro el método de multiplicación Maya que se ejercita utilizando problemas contextualizados. Por ejemplo, se utilizan juegos donde se muestran elementos que pueden considerarse aportes a la humanidad, tales como el calendario Maya, el ábaco, el sistema numérico junto con la invención del número 0, pirámides, elaboración de caminos de piedra, etc. Además, se llevan a cabo distintas actividades como lectura en voz alta de datos curiosos. Con el sistema numérico Maya se refuerza el desarrollo cognitivo, las habilidades comunicativas y las de pensamiento de orden superior, tales como analizar y evaluar.

A continuación, se les presenta una infografía que describe el método de multiplicación Maya (Figura N°2).

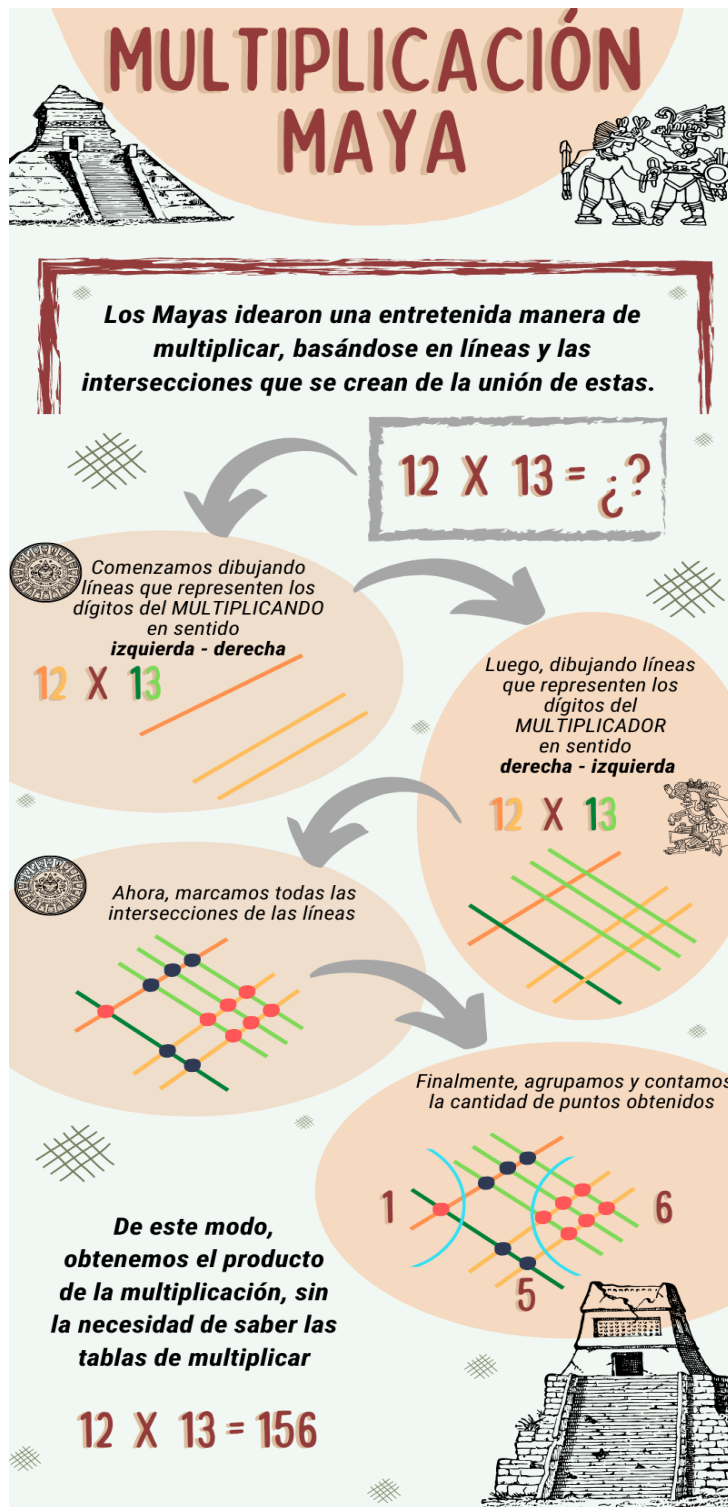


Figura 2. Operador multiplicación cultura Maya
Fuente: Elaboración propia

Luego, se trabaja con el sistema numérico Maya para representar números (ver Figura 3) y algunos juegos y acertijos utilizados mediante códigos QR (Figuras N°4 y N°5).

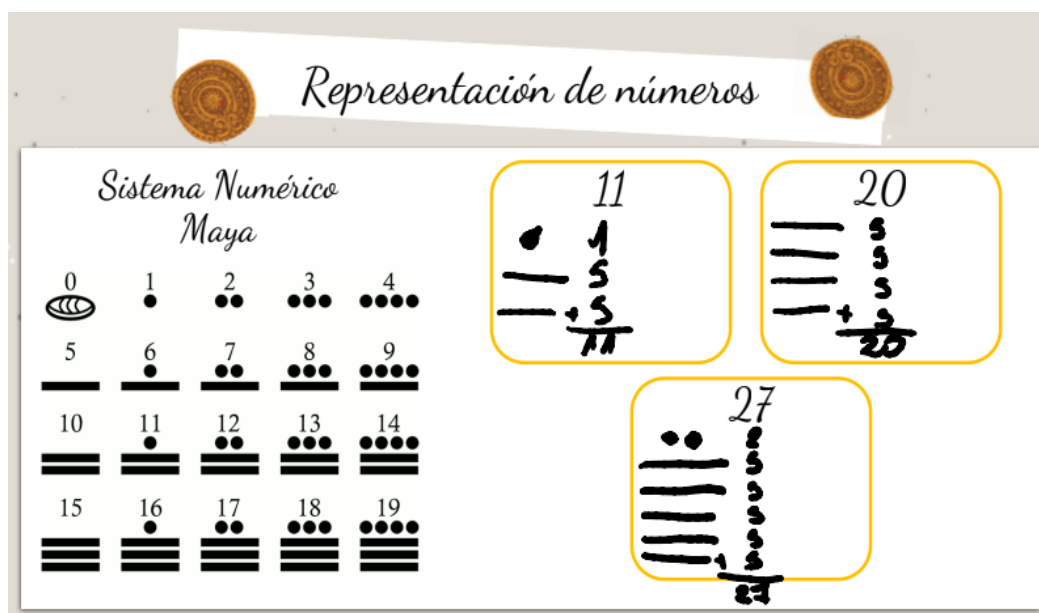


Figura 3. Respuestas de estudiantes utilizando el Sistema Numérico Maya
Fuente: Elaboración propia

Nota: La actividad fue realizada en el marco de clases online, por lo cual los estudiantes intervienen colocando los resultados en la pizarra virtual de la plataforma Zoom, en este caso interrelacionando el sistema numérico Maya con la estructura algorítmica que se maneja mayoritariamente en las escuelas.



Figura 4. Acertijos relativos al Calendario Maya, Pirámides y número 0. Fuente: Elaboración propia



Figura 5. Datos curiosos relativos al ábaco, uso de matemática en astronomía. Fuente: Elaboración propia

Nota: Para poder acceder a las actividades, el lector puede escanear el código QR y observar las gráficas correspondientes.

Dentro de las actividades descritas, otro proceso realizado es invitar a la y los estudiantes a aplicar sus conocimientos respecto del método de multiplicación Maya a través de ejercicios situados y problemas contextualizados que, se desarrollan en conjunto con el grupo-curso considerando la retroalimentación de las docentes que monitorean constantemente. Una forma es invitándolos a determinar la cantidad total de jugadores que participan en el “Juego de la pelota” utilizando el método de multiplicación Maya (Figura 6).

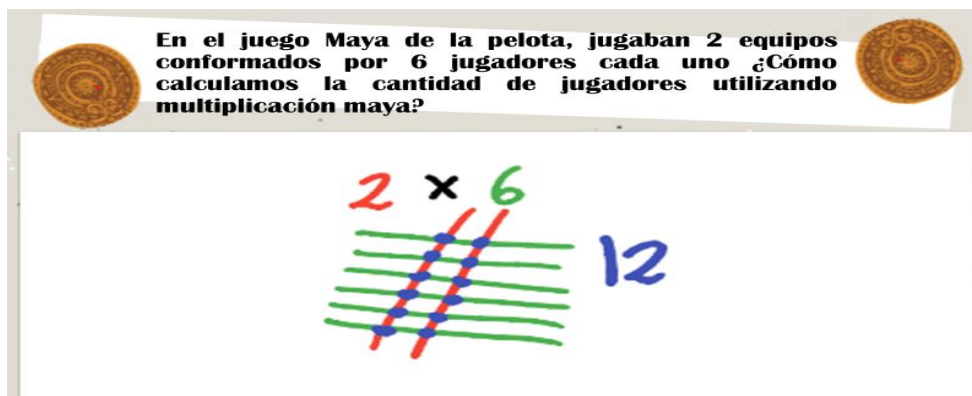


Figura 6. Problema contextualizado y resuelto por estudiante Fuente: Elaboración propia.

- **Cierre:** Espacio donde NNA comparten lo aprendido, comentan y reflexionan junto a sus pares. El espacio finaliza manifestando cada uno - nuevamente - su estado de ánimo, brindando breves explicaciones del mismo, por ejemplo “me siento bien porque pude resolver los acertijos”, otro “... porque descubrí algo nuevo” o “...porque logré ganar en el juego”...”mis compañeros me iluminaron”... entre otras. Este momento es también clave para la retroalimentación a través de la auto, co y heteroevaluación ya que es posible evidenciar logros relacionados con el fortalecimiento de la autoestima en algunos estudiantes y/o en otros el desarrollo de la autonomía para la resolución de problemas y/o su capacidad para trabajar colaborativamente y/o el conocimiento adquirido de una o más disciplinas, entre otros. Es interesante destacar lo que ocurrió en el cierre de una de las ocho sesiones debido a que afectó positivamente a la secuencia educativa produciendo aprendizajes inesperados: un estudiante se pregunta: ¿cómo es que - estando tan lejos geográficamente la cultura Maya de la Egipcia - ambas construyeron las mismas figuras geométricas (pirámides)? Ello requirió adecuar la planificación. La clase siguiente se inició con esta reflexión.

¿Por qué Mayas y Egipcios construyeron pirámides?



Mayas

Egipcios

Responder a ella, abrió miradas y permitió analizar similitudes y diferencias entre ellas, indagar acerca de la fecha de su construcción, de su finalidad. Asimismo, preguntarse: ¿por qué se habla de su relación con los equinoccios de primavera y otoño? ¿Cuáles son los efectos provocados por los rayos solares, por

ejemplo, en el Templo de Kukulcán en lo que se denomina “la serpiente emplumada”? (ver Figura 7 a continuación).



Figura 7. El templo de [Kukulcán, México](#)¹⁴

Lo anterior, responde a intereses genuinos de los estudiantes recogidos por él y las docentes en formación. Su comprensión requirió abrirse a otras disciplinas a saber: geografía (identificar en mapa ambas culturas); astronomía (comprensión equinoccios, eje de la Tierra, estaciones del año, etc.); matemática (conocer fecha de construcción de las pirámides, órdenes de magnitud); geometría (identificar figuras en 2D y 3D); historia y cultura (por ejemplo, al conocer la finalidad de su construcción: templos y funerarias); física (trayectoria de la luz en Templo de Kukulcán, óptica geométrica, radiación solar).

Aprendizaje contextualizado en profunda conexión con intereses y motivaciones de los propios estudiantes. Las preguntas orientadoras anteriores sirvieron para conectar áreas que a simple vista parecen incompatibles, pero que finalmente solo pueden comprenderse desde una mirada interdisciplinaria, tal como lo plantea en sus fundamentos el modelo educativo STEAM integrado, siendo además el área emocional, de carácter transdisciplinar y sumamente necesaria para entender y abordar los intereses de los participantes y vincularlos con las necesidades de desarrollo curricular que se plantea para el nivel educativo de los mismos, tal como lo plantea la Pedagogía Hospitalaria, en sus fundamentos teóricos.

¹⁴Imagen disponible de forma libre en la web.

Lo más interesante es vislumbrar que es posible trabajar desde un enfoque interdisciplinar que incorpora el abordaje de la emocionalidad en el campo específico de la matemática. Este contexto histórico que se enmarca en la curiosidad expresada por los propios participantes, funcionó como ese catalizador propedéutico que en el modelo *STEAM integrado*, permite un ámbito previo de preparación para el aprendizaje y que al combinarse con la estrategia ECBI, logra durante todo el proceso mantener la dinámica entre los conocimientos esperados y los propios intereses en una constante interacción, observación, reflexión y aplicación contextualizada y situada en cada clase. Puede afirmarse, partiendo de las ideas de Cilliruelo y Zubiaga (2014), que en esta primera fase de implementación e imbricación entre educación STEAM integrada, ECBI y Pedagogía Hospitalaria, pudieron desarrollarse contenidos, no tanto desde un conocimiento experto previo de la materia, sino desde una curiosidad potente e ilusionada, pero solo relativamente informada, que es un estado mental familiar a la pura voluntad creativa, donde la imaginación, sólo parcialmente informada, genera un estilo de pensamiento afín al juego, rellenando las lagunas de conocimiento que se muestran inaccesibles al aprendizaje efectivo (p. 7).

3. Contextualización de la implementación

Como bien se ha expuesto, toda esta experiencia ocurre el primer semestre del 2022 en la Escuela Hospitalaria El Carmen de Maipú, la misma fue fundada en el año 2018, formando parte del grupo de aquellas escuela hospitalarias inauguradas en Chile en el período 1999-2020, siendo una de las 53 a lo largo del país¹⁵. Este conjunto de escuelas y aulas hospitalarias atienden una matrícula mensual de entre 2000 y 2500 en forma diaria, alcanzando anualmente la atención de 25.000 escolares en situación de enfermedad. Se debe resaltar que se trata de escuelas reconocidas en todo orden, con capacidad administrativa, de promoción, evaluación y que deben cumplir con todos los requerimientos y aspectos legales exigidos por el MINEDUC a través de sus diversas formas de regulación.

¹⁵ 21 están en la región metropolitana.

El objetivo de las escuelas y aulas hospitalarias en Chile es hacer efectivo el derecho a la educación del NNA hospitalizados evitando la marginación del sistema educativo y de su contexto social cultural (Arredondo, 2020). Tal objetivo responde al principio de igualdad de oportunidades, que señala el derecho de todos los NNA a aprender en igualdad de condiciones. La Ley Modelo: Propuesta para el Estudio de Armonización Legislativa sobre Derecho a la Educación de Niños, Niñas y Jóvenes hospitalizados o en situación de enfermedad en América Latina y el Caribe, aprobada por unanimidad por la Comisión de Educación, Cultura, Ciencia, Tecnología y Comunicación, del Parlamento Latinoamericano en el año 2014, aunque no posee un carácter vinculante para los países de la región, es tomada en Chile como referente para enfatizar aún más el derecho a la educación de todos los niños, niñas y jóvenes, indistintamente de sus condiciones de salud, dicha Ley Modelo, mandata a los Ministerios de Educación de la región a proporcionar atención educativa en contextos hospitalarios, consta de 12 derechos, principalmente en el ámbito educativo y social.

Partiendo de las complejidades impuestas por la enfermedad y otras condiciones de salud, el modelo pedagógico requiere ser creativo, dinámico, flexible. Arredondo señala que es importante ofrecer actividades que se dirijan al esparcimiento, a la diversión, a la alegría, a la amabilidad, al relajamiento de tensiones, al ánimo festivo y, en último término, a no aburrirse. Las actividades concretas que se pueden desarrollar en esta área son muy variadas y de diversa naturaleza: juegos de mesa; puzzles; dibujo y pintura; teatro; lectura; música; poesía; danza; excursiones por el hospital y por los alrededores; trabajos manuales; celebraciones de fiestas y cumpleaños y juegos propuestos por los propios NNA y familiares, etc. (p.7, 2020).

La actividad recreativa persigue también un fin educativo: los NNA necesitan la compañía de otros NNA, pero a la vez precisan la compañía de adultos que sepan tratarlos, dirigir sus juegos y emplear adecuadamente el material recreativo y pedagógico. Termina el autor indicando que el propósito es fortalecer la formación ética de los NNA; orientar el proceso de crecimiento y autoafirmación personal,

incluyendo dentro de este ámbito el desarrollo de sus habilidades del pensamiento, así como orientar las formas de interacción con otros y con el mundo.

En suma, algunos de los objetivos específicos de las aulas hospitalarias son: contribuir a la normalización de la vida de los NNA hospitalizados y/o en tratamiento médico ambulatorio y domiciliario; ayudar a aminorar los impactos negativos de la enfermedad en los pacientes-alumnos; proporcionar al niño/a y joven fortalezas para enfrentar el diario vivir en un entorno que no le corresponde (Arredondo, 2020).

La Pedagogía Hospitalaria tiene como fortaleza el buscar integrar a la persona en situación de enfermedad incorporándose al tejido social aun estando en el hospital. Según Lizasoain (2016) se propone luchar contra la pérdida del hábito intelectual, apelar a la importancia del esfuerzo, fomentar la conciencia de responsabilidad, reducir las lagunas de aprendizaje y el retraso escolar, prevenir las alteraciones emocionales, luchar contra el síndrome del hospitalismo, provocar una despolarización respecto de la enfermedad y evitar el aburrimiento (Fonseca & Yaracuy, 2017).

Chaves (2012) considera que los escenarios de la Pedagogía Hospitalaria constituyen además un vasto campo para el desarrollo de investigaciones dentro de los ámbitos de la salud y la educación. Los profesionales que investigan en ellos estarán en capacidad de realizar otro tipo de educación más activa y creativa, y de responder mejor a las necesidades y retos que se les presenten en el futuro, en cuanto a salud integral del NNA con enfermedad¹⁶.

Elementos teóricos y didácticos que sustentan la innovación

¹⁶Ley N° 20.422 de Febrero de 2010: “*Establece Normas sobre Igualdad de Oportunidades e Inclusión Social de Personas con Discapacidad, permiten la atención educativa de los niños, niñas y jóvenes de la educación parvulario, básica, especial y media que padezcan de patologías o condiciones médico funcionales que requieran permanecer internados en centro especializados o en el lugar que el médico tratante determine o que estén en el tratamiento ambulatorio y/o domiciliario, cuyo único propósito es favorecer la continuidad de estudios y así evitar su desfase y deserción escolar*”.

Tanto los docentes tutores desde la perspectiva teórica para el desarrollo de esta experiencia, así como el profesor guía quien acompañó a las estudiantes-investigadoras directamente en la sala de clases, dando las orientaciones directas sobre la práctica, consideran que la perspectiva de trabajo desarrollada fue de carácter profundo y complejo, siendo la estrategia de Enseñanza de la Ciencia Basada en la Indagación ECBI (Focalización, Exploración, Reflexión y Aplicación) bajo la *educación STEAM integrada*, una que se ajustó a la perfección a la realidad de los educandos, así como a las orientaciones de la Pedagogía Hospitalaria.

El acrónimo *STEAM* ha sido acuñado por la *National Science Foundation* (NFS) de Estados Unidos a partir de la década de los noventa. Surge debido a la creciente demanda de una mirada interdisciplinar para enfrentar un mundo cada vez más tecnologizado. Actualmente incluye propósitos aún más integradores relacionados con la formación en ciudadanía, en particular, hacia la alfabetización científica y tecnológica de tal manera que las personas puedan tomar decisiones en base a evidencias e incluye principalmente:

- Conocimientos, actitudes y habilidades para identificar problemas de la vida, explicar y diseñar el mundo natural, y concluir en base a evidencias.
- Tomar conciencia de cómo las disciplinas STEM forman parte de nuestro entorno material, intelectual y cultural (Bybee, p. Xi, 2013).

Este propósito requiere estudiar la complejidad de las relaciones entre ciencia, sociedad, cultura y valores. Ortiz et al (p.864, 2020) señalan que esta interrelación es posible si se seleccionan disciplinas STEAM cuya mirada del currículum de ciencia sea compatible con el compromiso ciudadano hacia un mundo más sustentable y justo.

Roehrig et al (2012) por su parte, distinguen dos modelos que sustentan el marco teórico del desarrollo profesional STEM que son: *integrar por contenido* o *integrar por contexto*.

- *Integrar por contenido*, significa que se escoge una unidad o actividad curricular para iluminar las “big ideas” de múltiples áreas (Harlen, 2015).

- En cambio, al *integrar por contexto* se focaliza el contenido de una disciplina, para usar los contextos situados de otras, con el propósito de hacer más relevante el contenido.

El modelo escogido en esta propuesta educativa es *educación STEAM integrada por contexto*, debido a que se relaciona con la cultura Maya y se focaliza en la matemática. Como bien se expone en líneas anteriores, la estrategia metodológica consistente es la Enseñanza de la Ciencia Basada en la Indagación (ECBI) también denominada Pedagogía a de la Ciencia Basada en la Indagación; la constituyen las cuatro fases mencionadas en el diseño de las clases: *focalización, exploración, reflexión y aplicación*. Esta metodología es impulsada por Pierre Lena, astrofísico que junto con Ives Quéré y con el Premio Nobel Georges Charpak crean el programa "*La main à la pâte*" (2006). Este programa busca llevar al aula las habilidades y actitudes asociadas al quehacer de un/a investigador/a científico/a. Los NNA exploran por su propia curiosidad y la pasión por comprender, lo que los lleva a hacer preguntas, encontrar explicaciones, someterlas a prueba y comunicar a sus pares¹⁷. En el libro "Las Manos en la Masa" declaran que la ciencia les regala a NNA ese don de afinar su imaginación, estimular sus talentos manuales, iniciarlos en el descubrimiento, acercarlos al rigor intelectual y fortalecer su dominio del lenguaje, entre otros.

Ahora bien, en general se piensa en la educación desde el estudiante que se encuentra en condiciones ideales, en aulas con todos los elementos y condiciones para propiciar encuentros nutritivos de aprendizaje, sin embargo, en el último siglo ha emergido una nueva modalidad educativa, que dado su contexto ha sido poco visibilizada, se trata de la Pedagogía Hospitalaria, en donde estas condiciones y estudiantes dentro de los parámetros de idealidad no son los que se corresponden a las aspiraciones de la sociedad actual.

Es en el marco de esta modalidad en el cual se aplica y desarrolla este modelo educativo STEAM integrada y su estrategia con el método ECBI, lo cual es

¹⁷ <https://www.ecbichile.cl/home/historia/>

importante resaltar, pues no hablamos de la estructura y manejo de una escuela convencional, sino de un espacio educativo con otra mirada y enfoque. En el caso de la Pedagogía Hospitalaria, tiene como objetivo contribuir al desarrollo armónico e integral de estudiantes que por diversas condiciones de salud, no pueden asistir a aulas o escuelas regulares, debiendo completar sus estudios en sus domicilios, en las áreas de hospitalización y tratamiento médico o bien en un aula hospitalaria ubicada dentro de un centro de salud. Estos espacios determinan las modalidades de atención que la Pedagogía Hospitalaria posee en la mayoría de los países en donde se implementa, siendo en Chile tres: sala cama (hospitalización); atención domiciliaria y aulas hospitalarias (para estudiantes con tratamientos ambulatorios, pero que no pueden por causa de sus condiciones de salud asistir a una escuela regular). De tal modo, las aulas hospitalarias se definen en Chile como:

(...) unidades educativas de apoyo con características especiales, que funcionan en un hospital y/o centro de salud, (...), cuyo objetivo es proporcionar atención educativa y garantizar la continuidad del proceso educativo de los escolares de educación parvularia 1° y 2° NT, básica, especial y media, hospitalizado y/o en tratamiento médico ambulatorio y/o domiciliario (Arredondo, 2020, p.15).

Al incorporar en el modelo educativo pedagógico hospitalario los elementos de la *educación STEAM integrada* que permite a los estudiantes vivir experiencias de aprendizaje activo e integrar diversas áreas de conocimiento a fin de desarrollar competencias para la vida y, además la estrategia ECBI, se vieron potenciadas las posibilidades de desarrollo y motivación de los educandos, dado que en esta flexibilización y en esta búsqueda de lograr aprendizajes para la vida, (propios de la pedagogía hospitalaria), y en esta vivencia de aprendizajes activos (propios de la *educación STEAM integrada*), que conectaban a los estudiantes con conocimientos de culturas ancestrales, en este caso la cultura Maya, lograron desarrollarse experiencias de aprendizaje capaces de conectar elementos de la vida cotidiana al desarrollo de habilidades en la operatoria de la multiplicación.

Para el desarrollo de esta experiencia fue necesario, por parte de las estudiantes-investigadoras, la profundización en los aspectos teóricos, conceptuales y epistemológicos de la Pedagogía Hospitalaria. Este aspecto se considera de relevancia, pues se trata de un contexto relativamente novedoso. Desde el punto de vista práctico la pedagogía hospitalaria rompe con las narrativas tradicionales de la educación, por lo cual es interesante poder realizar un acercamiento previo a la práctica que anticipe a los docentes, ampliando sus perspectivas de trabajo y las complejidades propias de estos espacios no convencionales de enseñanza. Tal como lo explica Morín (2016), la educación del futuro posee como uno de sus principales desafíos “el de modificar nuestro pensamiento de manera que haga frente a la creciente complejidad, la rapidez de los cambios y la imprevisibilidad que caracterizan nuestro mundo”(p.16). En el campo pedagógico hospitalario estos aspectos se manifiestan con mayor énfasis, pues aborda al educando en una etapa especialmente difícil de su vida y que está marcada por una condición de salud, ya sea heredada o adquirida, la cual indistintamente de su gravedad, duración, cronicidad, diagnóstico y pronóstico, va a transformar su espacio vital y su propia forma de acercarse e interactuar con el mundo. Por ello, el abordaje ha de ser integral, respetuoso de los tiempos de la persona, enfocado no solo en la cobertura de un objetivo de aprendizaje curricular, sino que además ha de contemplar detalles tan importantes como el estado de ánimo al participar en una nueva propuesta de aprendizaje.

Para que ello sea posible, es importante considerar entonces que la pedagogía hospitalaria ha de desarrollarse en un espacio de complejidad y desde su práctica logra “reconsiderar la organización del conocimiento” (Morín, 2016, p.16). Así, lo que plantea el autor antes citado, y que se orienta a una nueva concepción de las disciplinas, es desde hace ya muchos años desarrollado por la pedagogía hospitalaria, dado que su naturaleza se presenta desde esta mirada de la complejidad, como heterotópica, intersticial, diaspórica, en constante movimiento y cambio (Ocampo, 2019), puesto que más que una “disciplina científica” (Molina 2019, en Arredondo, 2020, p.16), la pedagogía hospitalaria se presenta como una interdisciplina, un espacio del no-ser, que escapa a visiones de una epistemología

normativa y se moviliza más bajo una naturaleza dinámica y con espíritu aventurero, si tomamos las ideas de Bal (2002).

Este acercamiento inicial a los fundamentos epistemológicos de la Pedagogía Hospitalaria, implica identificar cómo las distintas formas de concepción de esta área del saber, develan el carácter interdisciplinario de su campo. Al definir inicialmente a la Pedagogía Hospitalaria como un saber que se construye desde la interdisciplinariedad, también - y sin pretender generar ruido con esta afirmación -, se afirma que sus aportes son de carácter posdisciplinar, lo que implica tomar lo mejor de las disciplinas que la sustentan y fundamentan, aportando al conocimiento nuevos conceptos, o bien, una resignificación de aquellos conceptos propios de sus disciplinas alimentadoras. Ello puede traer como consecuencia que las representaciones de los objetos que estudia puedan verse distorsionadas y desestabilizadas, deformando así a esos mismos objetos de estudio. Parte de esas distorsiones y desestabilizaciones responde a los conflictos de autoridad, lenguaje y posición que enfrentan sus disciplinas sustentadoras, por lo que puede afirmarse que la Pedagogía Hospitalaria en su sintagma encierra una doble sustantivación con un carácter heterotópico, en constante movimiento, con conceptos viajeros, con violencias estructurales. Su objeto y naturaleza es intersticial, autóptica y diaspórica, con un sistema complejo de interreferenciación que permite que su saber se construya desde múltiples territorios (Monsalve, 2020, p.1).

Estos aspectos hacen que la Pedagogía Hospitalaria desde su propia naturaleza teórica facilite en la práctica la transversalización de los saberes, la interdisciplinariedad y también la visión profunda y compleja del sujeto de aprendizaje y las distintas variables y particularidades que lo atraviesan y singularizan. Así, tal y como lo afirman Cardone y Monsalve (2010), desde su práctica se logra el “diálogo y encuentro entre la ciencia médica y la ciencia educativa” (p. 57), lo que la lleva indefectiblemente a convertirse en una interdisciplina que supera las prácticas médicas y educativas esencialistas y

reduccionistas de las experiencias radicales de la persona. De modo que la pedagogía hospitalaria implica “el desarrollo de una pedagogía de la hospitalidad, una pedagogía para el encuentro, para la humanización de los centros de salud; aun cuando ciertamente, la nota constante sigue siendo esta realidad dolorosa signada por la enfermedad y sus consecuencias” (Monsalve, 2020, p. 348).

Por lo cual, la Pedagogía Hospitalaria avanza y moviliza su corpus teórico en la medida en que los campos del saber que la sustentan y se interceptan en su práctica avanzan también. Por ello resignifica conceptos como la salud, la calidad de vida, la calidad educativa, el cuerpo, la vivencia de éste, la radicalidad de las experiencias límites como la enfermedad, la muerte, el duelo, la discapacidad, las trayectorias de aprendizaje y sus discontinuidades, las heterocronías como realidades vitales y cotidianas en contraste con el enfoque crono sistémico de la educación y sus narrativas normativistas y poco flexibles, las cuales tienen en su haber altas cantidades de estudiantes que desertan de su sistema, pues éste no es capaz de entender y leer las nuevas formas de manifestación del ser, que apuntan al reconocimiento de una realidad que revela la existencia de la multiplicidad de singularidades y no la existencia del ser único y cerrado, sobre el cual se han sustentado las prácticas educativas de los últimos siglos.

La experiencia desarrollada fue capaz de conjugar estos aspectos complejos de la Pedagogía Hospitalaria, de tal modo que se fueron leyendo constantemente estas realidades (salud, condiciones de salud, singularidades, temporalidades, intereses, potencialidades, emocionalidad, disposición al aprendizaje, entre otras), dando así una respuesta asertiva al conjunto de estudiantes involucrados e involucradas; amalgamando desde la intervención de las estudiantes-investigadoras el diseño de una metodología y estrategia capaz de establecer un punto de fuga con respecto a las formas tradicionales de enseñanza, que logró los objetivos propuestos. Se debe destacar, además, que todo esto ocurrió dentro de otra realidad que complejiza aún más el desarrollo de la experiencia de aprendizaje: en este caso se habla de una intervención desarrollada en el marco de la pandemia y las complejidades emocionales y de salud que dejó tras de sí el avasallante covid-19.

4. Reflexiones Finales

La experiencia permitió un espacio de reflexión en, durante y sobre la acción docente (Shon, 1998), que incluso llevó a una de las estudiantes-investigadoras a replantearse su desarrollo profesional, abriendo la posibilidad de relacionar su formación continua a lo largo de la vida con la educación especial, junto con valorar de una manera determinante el trabajo colaborativo e interdisciplinario entre docentes, aún más en contextos tan complejos como el de un aula hospitalaria.

En opinión del profesor titular del curso, la cual fue recogida a través de diversos espacios de diálogo, comunicación y reflexión referente al quehacer pedagógico docente para con el grupo-curso, esta propuesta didáctica situada e interdisciplinaria fue altamente valorada por él y los/as estudiantes, ya que considera que éstos elevaron el nivel de logro de resultados de aprendizaje esperados históricamente. Por ejemplo, el método Maya permitió que los y las estudiantes pudiesen multiplicar y resolver ejercicios matemáticos que incluyen números de doble dígito, que debido a sus condiciones de salud, medicación y otras variables, se consideraba muy complejo o difícil de alcanzar para la población destinataria. La propuesta consideró además la emoción del y la educando/a para avanzar en el desarrollo de la propuesta de aprendizaje y secuencia didáctica, de tal modo que en todo momento se tomó en cuenta el estado de ánimo del estudiante, su mayor y menor disposición al aprendizaje, entre otros aspectos, para que a partir de allí se incluyeran una serie de herramientas transversales que mejoran el ambiente de aprendizaje y la motivación para los mismos, lo que trajo como consecuencia el enriquecimiento de la propuesta didáctica, la cual ha funcionado no sólo para matemática sino para el trabajo interdisciplinar con otras asignaturas tales como lengua y literatura o historia, geografía y ciencias sociales.

En suma, los aprendizajes de la experiencia vivida señalaron la importancia de la existencia de la educación en las Aulas Hospitalarias para que los NNA puedan valerse por sí mismos y además para contribuir a mejorar su estado de salud física y mental. Asimismo valorar el trabajo colaborativo e interdisciplinario para lograr la motivación e interés de los estudiantes; la experiencia desarrollada con la estrategia metodológica ECBI permitió transversalizar objetivos de aprendizaje de distintas

áreas del saber (Matemática, Geometría, Cultura Maya, Historia, Geografía y Ciencias Sociales, Lengua y Literatura, Tecnología, Educación Emocional y Socioemocional) lo que es coherente con la *educación STEAM integrada* y con la propia naturaleza epistemológica de la pedagogía hospitalaria.

Los desafíos y reflexiones de las propias estudiantes-investigadoras son sustantivas, en el sentido que vivieron la necesidad de planificar una clase radicalmente diferente a una tradicional, trabajar colaborativa e interdisciplinariamente, con el ingrediente adicional -no menor- que estas clases las debieron realizar durante la pandemia, por tanto, *on line*. Textualmente señalan: “Experiencia desafiante para un(a) docente en formación en ciencia debido a que se requieren conocimientos de educación especial y de salud física y mental, y a la vez que genera oportunidades de trabajo colaborativo interdisciplinario”. “Aprendimos la importancia de la educación emocional y el principio establecido por el profesor guía de atender a todos los estudiantes en la política de no dejar a nadie de lado”. “Enseñar la matemática de una manera distinta a la conductista y no memorística”. Finalmente, crear una propuesta didáctica que atienda las condiciones identitarias y de salud distintas de cada uno de los estudiantes.

En el contexto de pandemia, y el cierre indefinido de los centros educativos del país (aprox 55 semanas) y sobre todo en las escuelas hospitalarias, la tecnología fue fundamental para dar continuidad a los procesos de formación académica y en particular de la implementación de esta secuencia didáctica. Para ello, las estudiantes-investigadoras decidieron autoformarse en el uso de la plataforma Zoom y conocer sus herramientas y recursos educativos. Asimismo, elaborar y compartir presentaciones, redactar en forma clara, fluida y atrayente cambiando los colores de las líneas que se utilizan en las multiplicación Maya. En segundo lugar, organizar el espacio virtual para interactuar de mejor manera con todo el estudiantado a través del *Chat* y la pizarra virtual, ya que algunos no podían hablar en las sesiones por problemas de conexión a internet. Aprender a usar distintos iconos o *reacciones* que entrega la plataforma Zoom para interactuar para que la y los estudiantes se sientan identificados para participar y ser reconocidos entre sus

pares, en este espacio virtual. Otro recurso educativo utilizado en la secuencia didáctica es *Power Point* donde se incluyen imágenes alusivas a la cultura Maya, animaciones atractivas y también representaciones de problemas contextualizados. Adicionalmente las estudiantes-investigadoras se especializan en el uso de la plataforma *Wordwall*. Con ella, se fortalecen los vínculos afectivos con la y los estudiantes debido a que permite crear secuencia de actividades interactivas. Se utilizaron códigos QR para incorporar acertijos y datos curiosos de la cultura Maya. Lo anterior, significó un aumento en la participación del estudiantado; permitió una retroalimentación oportuna y efectiva a través de evidencias del proceso de aprendizaje de cada uno y una.

Esta experiencia de la enseñanza matemática a través de las prácticas de la cultura Maya respecto del operador de la multiplicación, ha sido replicada en la misma escuela hospitalaria, por su potencialidad en el aprendizaje lúdico del operador de la multiplicación con más de un dígito. Además en la USACH se abrió la Pedagogía Hospitalaria como línea para el desarrollo de Seminarios de Grado de la Carrera de Pedagogía en Física y Matemática.

Adicionalmente, las dos *docentes en formación* y la *formadora de formadores* (profesora tutora) reconocieron que esta experiencia cambió también la manera cómo planifican ahora sus clases en aulas tradicionales, al valorar la importancia de la educación emocional y la interdisciplina para desarrollar habilidades s.XXI especialmente aquellas relacionadas con el desarrollo socioemocional para el trabajo colaborativo.

En este marco, la pedagogía hospitalaria se presenta como un horizonte interesante para pensar en los propios retos de la educación inclusiva que se aspiran para este siglo, ya que en su praxis es capaz de albergar todas estas realidades complejas y aún así, lograr procesos de aprendizaje significativos e inclusivos, los cuales se encuentran lejos de las lógicas tradicionales y de la cultura de exclusión que se ha instaurado en las aulas regulares.

Se considera relevante presentar esta experiencia dada la poca difusión que existe de esta modalidad educativa, no solo en Chile sino en toda América Latina, agradeciendo con especial énfasis a la Escuela Hospitalaria El Carmen de Maipú y

a su Director Don Fabián Santibañez por permitir y acompañar también en este proceso.

Se espera que estas páginas se presenten como una ventana que le muestre a otros docentes y profesionales que no conocen esta modalidad, un espacio que puede considerarse novedoso y necesario, el cual es por naturaleza inclusivo y respetuoso de las singularidades. Esperamos que la breve narración de esta experiencia permita a quienes puedan leerla, imaginar nuevos mundos y formas de desarrollar la educación, que un hospital o la enfermedad, no son impedimentos para seguir aprendiendo y creciendo y que, por el contrario, la educación en medio de la enfermedad o de otras condiciones de salud singularizantes, es un medio para el logro de la autonomía, incluso para el desarrollo de ese equilibrio integral y biopsicosocial que tanto aspira la acción educativa y las propias intervenciones en el campo de la salud, es decir, la educación en medio de la enfermedad, se convierte en una prioridad de vida, una prioridad que contribuye con el desarrollo integral de la persona e incluso con su salud física y emocional, tal y como la experiencia presentada lo narra.

5. Referencias

- Arredondo, T. (2020). *Escuelas y Aulas Hospitalarias*. MINEDUC, División de Educación General. MINEDUC. <https://especial.mineduc.cl/escuelas-y-aulas-hospitalarias-en-chile/>
- Bal, M. (2002). Conceptos viajeros en las humanidades. *Estudios visuales. Ensayo, teoría y crítica de la cultura visual y el arte contemporáneo*, 3, 28-77.
- Bybee (2013) A case for STEM Education. Challenges and Opportunities
- Cardone, P., & Monsalve, C. (2010). *Pedagogía Hospitalaria Una propuesta Educativa*. Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Venezuela.
- Chaves, M. (2012). La pedagogía hospitalaria como alternativa formativa. *Revista Educación*, 21(40), 59-74.
- Charpak, G. (2006). *Los niños y la ciencia: la aventura de la mano en la masa* (No.

- 371.33 C1199n Ej. 1 021829). Siglo XXI,.
- Fonseca, M. S., & Yaracuy, C. L. (2017), Conferencia de cierre Pedagogía Hospitalaria: Innovación en la práctica educativa. *Autoridades a Nivel Nacional*, 43.
- Harlen, W. (2015). Towards big ideas of science education. *School Science Review*, 97(359), 97-107.
- Lizasoáin, O. (2016). *Pedagogía Hospitalaria. Guía para la atención psicoeducativa del alumno enfermo*. Madrid: Síntesis.
- Monsalve, C. (2020). (Re)-Pensar la Pedagogía Hospitalaria desde sus fundamentos epistemológicos. *Revista Intersaberes*, 15(35), 342-362. DOI: <https://doi.org/10.22169/revint.v15i35.1885>
- Morín, E. (2016). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. Paidós, Buenos Aires, Argentina.
- Ocampo González, A., & Monsalve Labrador, C. (2020). Epistemología de la pedagogía hospitalaria. *Revista Educación Las Américas*, 10(1), 118-128. <https://doi.org/10.35811/rea.v10i0.93>.
- Portal Nacional STEM de Colombia: (7 de Octubre de 2022) ¿Qué es STEAM? URL. (<https://especiales.colombiaaprende.edu.co/rutastem/definicion.html#:~:text=Enfoque%20Educativo%20STEM&text=STEM%2BA%20es%20un%20enfoque,del%20contexto%20local%20y%20global>).
- 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.
- Parlamento Latinoamericano (2014), Ley Modelo: Propuesta para el Estudio de Armonización Legislativa sobre Derecho a la Educación de Niños, Niñas y Jóvenes hospitalizados o en situación de enfermedad en América Latina y el Caribe, URL. https://parlatino.org/pdf/leyes_marcos/leyes/proyecto-propuesta-estudio-armonizacion-dic-2014.pdf
- Roehrig, G. H., Moore, T. J., Wang, H. H., & Park, M. S. (2012). Is adding the E enough? Investigating the impact of K-12 engineering standards on the

implementation of STEM integration. *School Science and Mathematics*, 112(1), 31-44

Sbarbati Nudelman, N., (2015). Educación en ciencias basada en la indagación. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS*, 10(28), 1-10.

Schön, D. (1998), *El profesional reflexivo. Cómo piensan los profesionales cuando actúan*, Editorial Paidós, Barcelona.

Violant, V., Molina, M., & Pastor, C. (2011). *Pedagogía Hospitalaria. Bases para la atención integral*. Barcelona: Laertes.

CAPÍTULO 11

INTERCAMBIO DE EXPERIENCIAS EN FORMACIÓN INICIAL: REFLEXIONES SITUADAS ENTRE FUTUROS PROFESORES DE CIENCIAS NATURALES¹⁸

Yesenia Quiceno¹ · Catalina Iturbe-Sarunic²
yesenia.quiceno@udea.edu.co · catalina.iturbe@uach.cl

¹Universidad de Antioquia, Colombia

²Universidad Austral de Chile, Chile

Resumen: Esta investigación analiza cómo el intercambio de experiencias en la formación inicial docente (FID) incentiva la reflexión y toma de conciencia sobre los problemas y preocupaciones que rodean la práctica docente. Desde una perspectiva cualitativa, se planteó un estudio de caso que incluyó una estrategia de intervención dirigida a futuros profesores de ciencias naturales de Colombia y de Chile. En el proceso, se analizó el cruce de cartas entre 31 estudiantes de ambas universidades, constatando cómo el compartir experiencias con otros pares, amplía su visión sobre la profesión, ayudando así a aliviar la presión que estos sienten sobre su desempeño profesional futuro.

Asimismo, se encuentra que, aunque los estudiantes de FID de ambas universidades comparten ciertos problemas, el contexto sociocultural, la formación inicial recibida y la inmersión en la práctica son mediadores de dichos asuntos e influyen en la priorización y/o recurrencia de unos problemas con relación a otros, problemas que no se centran en asuntos propios de la enseñanza y aprendizaje específico de las ciencias y que se asemejan a los de los profesores principiantes debido a las primeras experiencias en la práctica pedagógica.

Palabras clave: formación de profesores; enseñanza de las ciencias naturales; problemas y preocupaciones; narración de historias; intercambio de experiencias.

1. Introducción

El presente escrito destaca las problemáticas vividas y sentidas por estudiantes de dos programas de FID en ciencias naturales de Colombia y Chile, las cuales se relacionan con el “choque con la realidad” que surge según Veenman (1984) al contrastar los aprendizajes teóricos obtenidos en la FID con las demandas y desafíos que suscita “el ser maestro” en diversos contextos educativos. Sobre estas cuestiones, Larrivee (2010, citado en Alsina et al, 2019) relata cómo en

¹⁸ Experiencia presentada XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XII ENPEC Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN – 25 a 28 de junho de 2019, con resultados parciales.

diversas investigaciones sobre formación inicial docente, se advierte de los obstáculos que puede suscitar las creencias de los estudiantes (conocimiento implícito) en la construcción de su perfil profesional. Lo anterior valida la importancia de renovar la formación inicial, haciéndola más reflexiva y provista de nuevas experiencias que favorezcan la transformación de estos imaginarios sociales que negativizan la profesión docente.

Teniendo en cuenta lo expuesto, los cuestionamientos que impulsaron esta investigación se centraron en develar los aportes puede generar la reflexión entre pares a la formación personal y profesional de futuros profesores de ciencias naturales, así como la incidencia del contexto académico en los problemas y/o preocupaciones que declaran los futuros maestros. Para ello, se fijó como objetivos 1) la identificación de los problemas y/o preocupaciones que rodean la práctica de futuros profesores de Ciencias Naturales en ambos contextos y 2) la promoción de la autorreflexión de los maestros en formación, lo anterior por medio de la discusión colectiva y la construcción conjunta de alternativas a los desafíos de la práctica docente.

2. Marco teórico

La formación inicial docente y sus aportes a la configuración de los imaginarios sobre la práctica profesional

Autores como Imbernón (2020), se refieren a la formación inicial como el momento en el que tiene lugar una serie de transformaciones, cambios en las actitudes, valores y funciones que el futuro maestro atribuye a la profesión docente, las cuales pueden modificar o alterar las concepciones sobre la práctica que éste ha construido durante su trayectoria educativa. En este punto, cabe señalar la importancia de las primeras experiencias docentes, algunas de las cuales tienen lugar dentro de la fase de **práctica pedagógica**; allí se inicia un proceso de confrontación entre los aprendizajes logrados hasta el momento con la aplicabilidad de los conocimientos, procedimientos y actitudes adquiridos en la formación inicial

e incluso escolar, generando reacciones diversas en los estudiantes (Villegas, 2018).

Autores como Vaillant y Manso (2022) advierten cómo un escenario de descuido sobre la amalgama de relaciones establecidas entre FID, el ejercicio profesional y las condiciones de desempeño de los profesores, puede generar profesionales insuficientemente preparados para el ejercicio de su profesión. Por tanto, la presencia de modelos formativos desregulados y heterogéneos en la formación de profesores, que “sumado a un modelo de iniciación solitario, sin respaldos institucionalizados desde la formación ni desde la escuela, configura un escenario de riesgo para la consolidación docente a partir de una experiencia profesional desprofesionalizante” (Ruffinelli, 2014, p.72).

Si bien el paso por la universidad o institución formadora de maestros nunca podrá prever y/o solucionar todos los desafíos que se presenten en los contextos de trabajo, sí puede ayudar a generar un proceso reflexivo más consciente, donde los futuros profesores puedan discutir sobre sus primeras experiencias en la práctica pedagógica, conectándose con la función y el trabajo docente (Quiceno, 2017). Por tanto, cualificar las prácticas en la formación inicial, se vuelve prioritario para preparar mejor a los futuros maestros y reducir el impacto del choque con la realidad que estos viven en los inicios de su carrera profesional.

Dispositivos para la reflexión en y sobre la práctica en la formación inicial docente

En la actualidad, se hace referencia a la importancia del diálogo entre pares en el marco de la FID, no sólo como mecanismo para lograr la construcción de conocimientos, sino como una acción que puede impactar de forma positiva la socialización profesional docente (Imbernón, 2020). De igual manera, para autores como Vanegas y Fuentealba (2018) la reflexión sobre la práctica constituye un objetivo fundamental de la FID con miras al desarrollo de la autonomía y la responsabilidad profesional, que, al realizarse en colectivo, puede hacerse más profunda e integradora. Es así como la discusión entre pares y el trabajo

cooperativo/colaborativo entre los mismos puede estar relacionado con la apertura y disposición personal para situarse emocionalmente en la perspectiva del otro, estableciendo vínculos afectivos entre quienes participan y favoreciendo la construcción colectiva de conocimiento, el logro conjunto de objetivos, así como el desarrollo de competencias profesionales (Fombona, et al., 2016).

Ahora bien, ¿cómo se han establecido los procesos reflexivos en el marco de la FID? En este punto es importante destacar la diversidad de estrategias que buscan impulsar el reconocimiento y análisis crítico de la práctica profesional. En Sanjurjo (2009) se mencionan algunos dispositivos para la formación en la práctica que favorecen los procesos reflexivos, tanto en el maestro en formación como en los ya titulados, entre ellos: la investigación educativa, el uso del taller, los ateneos didácticos y la producción de narrativas, esta última ampliamente difundida en el campo de la formación docente por su potencial para la identificación de incidentes críticos y el autorreconocimiento del accionar propio en la práctica, promoviendo una reflexión más profunda y consciente sobre lo que se dice y se hace (Quiceno, 2017). En este sentido, las narrativas pueden constituirse en mecanismos para la construcción de saberes profesionales que le permiten a docentes y maestros en formación, interpretar y comprender la práctica profesional docente, pues integran variables cognitivas, afectivas y de la acción, que relacionan el currículo y los procesos de enseñanza y aprendizaje, al revelan los significados que los enseñantes otorgan a sus vivencias personales y profesionales (Rassetto, et al., 2017).

Los problemas y preocupaciones que rodean la práctica docente de futuros profesores de Ciencias Naturales

En la literatura sobre el tema, se puede observar que la caracterización de los problemas y/o preocupaciones de los profesores, se sitúa principalmente dentro de los estudios referidos a profesores principiantes –en los primeros años de ejercicio profesional–. Así, algunos de los trabajos que sobresalen en los contextos que se intervienen en la presente investigación son los de Reyes (2011), Solís et al.

(2016), Sánchez y Jara (2018) en Chile; Jiménez et al. (2011) y Ramírez (2016) en Colombia –siendo algunos específicos en profesores recién titulados de Ciencias Naturales–, los cuales redundan en la importancia de brindar apoyo a los docentes noveles para superar con éxito las situaciones difíciles que se presentan durante las primeras experiencias profesionales, ya sea dentro de la FID o por medio de un programa de inducción. Esto sustenta el carácter contextual que adquieren dichos problemas, evidenciando puntos de encuentro y desencuentro que ameritan una reflexión profunda sobre los programas de FID, los saberes profesionales docentes, los contextos sociales y las características de los centros de práctica pedagógica, así como los imaginarios que construyen los maestros en formación sobre la futura práctica profesional.

3. Metodología

Desde una perspectiva cualitativa (Creswell & Creswell, 2018), esta investigación se fundamenta en un estudio de caso múltiple de carácter intrínseco (Stake, 2010), donde el caso ya viene dado desde la necesidad planteada de conocer las dinámicas particulares que rodean la práctica de los maestros en formación de la Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental –LCNEA– de la Universidad de Antioquia –UdeA–, y de la Pedagogía Básica con Mención en Matemáticas y Ciencias Naturales –PBMCN– de la Universidad Austral de Chile –UACH–, para luego cruzar las voces de los participantes para la comprensión del fenómeno en cuestión.

Los casos conformados se derivan de dos asignaturas de final de carrera de ambos programas: 15 estudiantes matriculados en el curso “Seminario Interdisciplinar Pedagogía Ciencia” de la UdeA, y 16 estudiantes del curso “Integración y práctica de las Ciencias Naturales” de la UACH, quienes comparten características que justifican la interacción entre pares; entre ellas, ser estudiantes de una carrera de formación del profesorado en el área específica de Ciencias Naturales y encontrarse en los últimos semestres de formación pedagógica, didáctica y disciplinar, con un reconocimiento previo de la práctica profesional. De ambos grupos, participan 24 mujeres, 7 hombres, entre los 22 y 35 años de edad,

algunos (5) con experiencia como docentes titulares y otros (6) en el desarrollo de proyectos educativos en espacios no convencionales.

Sobre la propuesta formativa y el diseño del proceso de intercambio entre pares

En el marco de los espacios académicos de ambos programas, la estrategia de intervención se aplicó durante 10 clases (de forma sincrónica y asincrónica), en las cuales se prepararon los materiales para compartir con el grupo de estudiantes de la otra universidad y socializaban dichas producciones. Entre las actividades desarrolladas se destacan: **¡llegó correo!**, correspondiente al intercambio de cartas anónimas a partir de los problemas y preocupaciones personales de los estudiantes sobre su práctica profesional futura; **¡Retos viajeros!**, referido a cuestionamientos sobre el contexto formativo y laboral de los futuros profesores; **¡Historias con Conciencia!** donde se convocó a un ejercicio autobiográfico centrado en sus vivencias en la FID, y finalmente, la **¡Video-Convivencia!** que planteó un intercambio virtual sincrónico para valorar los aprendizajes y la experiencia vivida.

Recolección de información y análisis

Para la recolección de información se utilizaron técnicas e instrumentos propios de la investigación cualitativa y de los estudios narrativos (Moriña, 2017) entre ellos la producción de escritos (cartas y narrativas pedagógicas), complementadas con otras técnicas discursivas como el grupo de discusión para valorar los aportes del proceso de intercambio a su formación personal y profesional. Asimismo, se aplicaron dos cuestionarios con preguntas abiertas y cerradas para: 1) caracterizar el grupo de estudiantes y, 2) valorar la estrategia de intercambio de experiencias entre pares. Para el presente capítulo se presenta el análisis de las cartas que fueron compartidas entre estudiantes, tomando como punto de partida el eje central de la misma, donde se relatan los problemas y/o

preocupaciones sentidas por los estudiantes y las respuestas emitidas por sus compañeros, así como las reflexiones que surgieron del grupo de discusión.

Ahora bien, según objetivos planteados y la metodología propuesta, se optó por realizar un análisis del contenido, que, según Schreier (2019) corresponde a un proceso interpretativo que permite revelar el sentido de una práctica comunicativa. Para el análisis de algunos datos, se hizo uso de estadística descriptiva, más concretamente en la organización de tablas de frecuencias y gráficos para la información proveniente de los cuestionarios aplicados, pero también de algunas unidades de análisis que iban siendo ubicadas en las categorías apriorísticas del trabajo (Strauss & Corbin, 2016), correspondientes a las dimensiones de la socialización profesional propuestas por Jordell (1987): dimensión personal, dimensión de la clase, dimensión institucional y dimensión social, en las cuales se agrupa el inventario de problemas y preocupaciones de los profesores propuesto por Veenman (1984).

El proceso de triangulación en el análisis de las cartas se estructuró en dos niveles. El primero obedeció al hilo de respuestas derivado de la carta inicial y el segundo a la lectura cruzada de las cartas, identificado regularidades y/o disparidades entre las problemáticas expuestas por cada grupo de estudiantes.

4. Resultados

A partir de la información aportada por los estudiantes en las cartas elaboradas, se pudieron asociar algunas expresiones con elementos y/o conceptos que mencionan en la literatura relacionada con los problemas y/o preocupaciones de los profesores.

Al revisar la carta inicial escrita por los estudiantes de la LCNEA y de la UACH, se identificaron 26 problemas y/o preocupaciones presentes en sus escritos, de los cuales 18 corresponden con los enunciados por Veenman (1984) –**Dimensión de la clase:** *la motivación de los alumnos, dominio de las materias, la disciplina en el aula, determinar el nivel de aprendizaje de los alumnos, tratamiento de los alumnos con aprendizaje lento, la organización del trabajo en clase, el dominio de los*

diferentes métodos de enseñanza, adaptación de la enseñanza a las diferencias individuales, problema con alumnos en concreto, materiales didácticos inadecuados, Dimensión institucional: el trabajo burocrático, relaciones con los otros colegas, sobrecarga de trabajo, las relaciones con los padres, relaciones con los directivos; Dimensión personal: el número de alumnos por aula falta de tiempo libre, falta de tiempo para preparar las clases y realizar la programación diaria—, mientras 8 son emergentes: desempeño profesional, desarrollo profesional, comportamientos inadecuados, pérdida de la vocación, relación con los estudiantes, asumir responsabilidades, estabilidad laboral/económica, formación integral de los estudiantes.

Sobre estos problemas emergentes, investigaciones recientes en Chile y Colombia dan cuenta de la presencia de algunos de estos problemas en la formación inicial (estabilidad económica, relación con los estudiantes, desempeño profesional, formación integral de los estudiantes, asumir responsabilidades en la escuela), los cuales fueron relacionados en los trabajos de Jiménez, et al. (2011), Reyes (2011), Sánchez y Jara (2018) y Solís, et al. (2016), dejando como problemas particulares de estos contextos (comportamientos inadecuados, desarrollo profesional y pérdida de vocación).

En la LCNEA de la UdeA, de un total de 40 menciones a problemas y/o preocupaciones, se encuentra que la dimensión que más preocupación genera en los estudiantes es la dimensión de la clase (57%), seguida de la dimensión personal (33%), la dimensión institucional (10%) y sin registrar ninguna preocupación aparente por la dimensión social. Para el caso de la PBMCN de la UACH, se registraron 33 problemas y/o preocupaciones, los cuales ubican a las dimensiones de la clase y personal como las más recurrentes (33% cada una), seguida de la dimensión institucional (31%) y la dimensión social (3%). En la figura 1 se referencian los 8 problemas principales, que fueron identificados en las cartas iniciales de los estudiantes de cada programa de formación, donde se resalta como asunto común, la preocupación por el desempeño profesional y la motivación de los alumnos por el aprendizaje.

A continuación, se presenta el detalle de cada uno de los casos. Apelando a la necesidad de identificar la polifonía de las voces de los participantes, las unidades de análisis que son objeto de discusión se acompañan de los pseudónimos adoptados por cada estudiante.

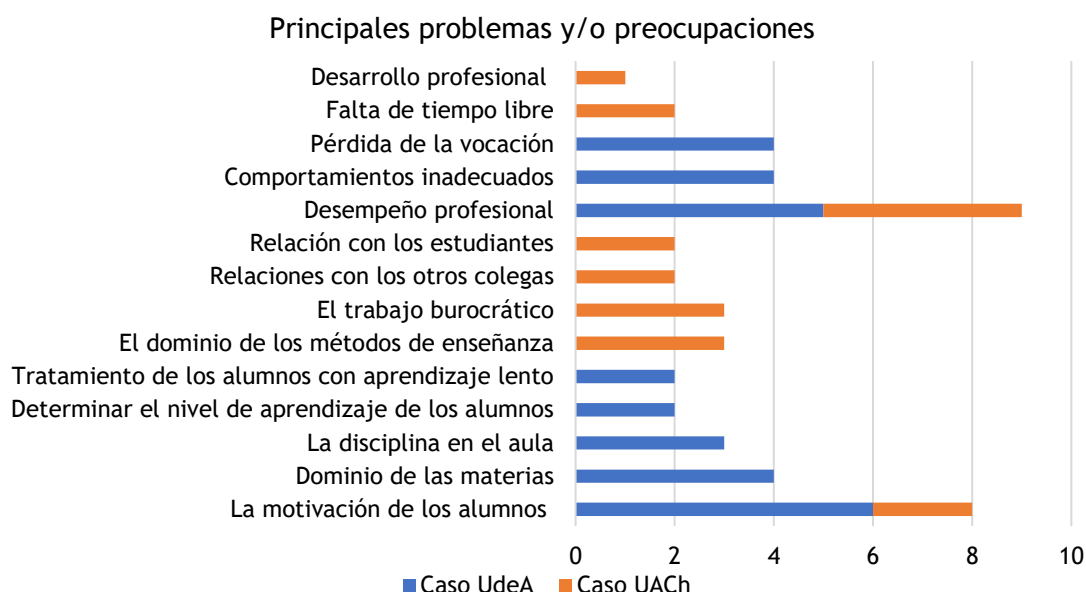


Figura 1. Principales problemas y/o preocupaciones de futuros maestros de ciencias naturales UdeA-UACH. Fuente: Elaboración propia.

El Caso UdeA

Teniendo en cuenta las investigaciones desarrolladas en la LCNEA sobre los problemas y/o preocupaciones, se encuentra que algunos de los problemas de los profesores en la FID coinciden con los de Jiménez, et al. (2011) al analizar a profesores principiantes, donde también se expresa una preocupación por la poca motivación de los estudiantes por el estudio. Frente a este problema, *Eleven* expresa su preocupación por “la disposición del estudiante” para con la clase, mientras a *Júpiter* le angustia pensar que a sus estudiantes “no les importe lo que se quiere que aprendan”. Sobre el mismo problema, *Agatha* se cuestiona sobre “¿Cómo hacer para que los alumnos le presten atención?” mientras *Elephant* se preocupa por que la clase no sea percibida como “aburrida”.

Además de la motivación de los alumnos, existe otro problema y/o preocupación de los estudiantes de la LCNEA que coincide con los identificados en el estudio de Ramírez (2016), también con profesores principiantes de Ciencias Naturales, donde surge “la disciplina en el aula” como un asunto problémico latente en ambos momentos de la formación profesional docente (FID e inserción profesional). Relacionado con este problema, *Torinol* y *Candrea* se refieren al temor de “no ser capaces de controlar la disciplina del aula”, situación que *Indigente.com* relaciona con la necesidad de inspirar “respeto” por parte de sus estudiantes, condición que considera necesaria para el manejo y control de grupo.

Ahora bien, existen otro grupo de problemas sobre los cuales las investigaciones revisadas en la LCNEA (Jiménez, et al., 2011 y Ramírez, 2016) no reportan coincidencia, sin embargo, continúan siendo problemas y/o preocupaciones relatadas en investigaciones precedentes (Veenman, 1984), problemas como el conocimiento de la materia, el nivel de aprendizaje de los alumnos, el tratamiento de alumnos con aprendizaje lento, aún generan grandes interrogantes e incertidumbres en los estudiantes de formación inicial.

En esta línea, en los estudiantes de la LCNEA, el “conocimiento de la materia” está referido al miedo a equivocarse, a que “los estudiantes pregunten algo [al profesor] que éste no pueda responder en el momento” (*Agatha, Eleven e Indigente.com*) o que quizás éste no se exprese “con las palabras necesarias y adecuadas” (*Eleven*). Esta situación puede estar también relacionada con ciertos contenidos del área que son percibidos por algunos estudiantes como difíciles y que generan preocupación y que ameritan de su parte una “actualización” constante de los mismos (*Candrea*).

Frente al “nivel de aprendizaje de los alumnos” los miedos de los estudiantes se enfocan en no lograr que los alumnos comprendan lo que ellos explican y que sus herramientas didácticas no sean suficientes para que los estudiantes apropien estos conocimientos (*Agatha y Elephant*). Esta preocupación, parece ahondarse cuando los estudiantes visibilizan los contextos sociales donde se encuentran inmersos nuestros estudiantes y cómo estos entornos pueden dificultar su aprendizaje (*Júpiter y Lamar*).

Sobre el “desempeño profesional”, los maestros en formación mencionan las expectativas que tienen los otros sobre su trabajo, así, el decepcionar a ese otro, el “no poder ser el profesor que sus alumnos y su país necesita” (*Cortés*) suscita una angustia latente.

Refiriéndose a la “pérdida de vocación”, los estudiantes visualizan en los docentes con los cuales han tenido la oportunidad de compartir (en la educación escolar, universitaria y en sus prácticas pedagógicas) un referente de agobio, cansancio e insatisfacción personal, en el que temen transformarse con el paso de los años. Así, para *Actiasluna* “convertirse en un profesor que pierda la pasión por la vocación y simplemente encuentre en la labor un medio de sustento para ganarse la vida (...) dedicándose a “vomitar” conceptos y esperar que los estudiantes los asimilen” corresponde a uno de sus principales temores profesionales.

En síntesis, esta preocupación da cuenta de que con el tiempo, la alegría y el espíritu con el que se inicia la práctica profesional se puede desvanecer, convirtiéndose en esos maestros que están ahí, pero vuelven su trabajo rutinario y carente de significado. Se encuentra que otro de los problemas y/o preocupaciones que emergió de las cartas iniciales de los estudiantes de las LCNEA y también de la UACH, fue la ocurrencia de “comportamientos inadecuados” por parte del docente que se manifiestan a través de “reacciones impulsivas y descontroladas que lleguen a sembrar en ellos [los estudiantes] algún sentimiento negativo” (*Actiasluna*). Este miedo se asocia a la idea preconcebida de ser “ese maestro ejemplar y dinámico” (*Musinatle*) que debe educar con el ejemplo.

El Caso UACH

Teniendo en cuenta las investigaciones desarrolladas en el contexto chileno sobre los problemas y/o preocupaciones de los profesores principiantes, (Reyes, 2011) existe una preocupación por aspectos concernientes a la “dimensión administrativa de la docencia”, que en palabras de los estudiantes de la UACH, se relaciona con “el trabajo burocrático” materializado en el miedo de que “al momento

de realizar clases, (...) sea un docente “quemado” por un sistema que solo insta al estrés y agotamiento de los profesores (*Juee*).

Además de los problemas burocráticos, existen otros problemas que coinciden con los identificados en el estudio de Solís et al. (2016) con profesores principiantes de Ciencias Naturales, donde en ambos trabajos se hace alusión a las “relaciones con colegas” y a las “relaciones con los estudiantes”. Respecto a los estudiantes, uno de los problemas emergentes identificados en la presente investigación, está referido al establecimiento de “una relación cercana y de confianza” con sus estudiantes (*Cubo*), donde “nunca se pierda el afecto como eje conductor de las relaciones humanas” (*Automne*), mientras la relación con los colegas se ve envuelta en el deseo de insertarse en una cultura profesional colaborativa y de apoyo (Fuentealba, 2006), donde “la envidia”, y “el egocentrismo” no sean los comunes denominadores que caractericen las relaciones entre profesores (*Chiqui*).

Otro de los problemas que sobresalta en las cartas, es “la motivación de los alumnos” uno de los problemas principales según el estudio de Veenman en 1984. Frente a este asunto, los futuros profesores consideran que “nuestros conocimientos se están quedando obsoletos” cuestión que hace necesario “verlas [a las nuevas tecnologías] como un aliado fiel para poder realizar clases que sean interesantes y que gusten de mis estudiantes” (*Peace*).

La preparación de clases para diversas asignaturas, desarrollar clases en múltiples grados, así como responder a “otras” tareas que demanda la escuela, hacen que los futuros profesores, apelando a ideas socialmente construidas, perciban que la “falta de tiempo libre” afecta su iniciación en la profesión. Como consecuencia de la demanda laboral, les asusta “caer en la monotonía y estar desde que amanece hasta que oscurece en mi lugar de trabajo, sin tener el tiempo de compartir con mis seres queridos, a tener tiempo para mí” (*Pepa*).

Otro problema y/o preocupación corresponde al “desempeño profesional docente”, el cual puede vincularse a los hallazgos de Sánchez y Jara (2018) en el contexto chileno, quienes hacen mención la presión personal que existe en los profesores principiantes por considerar que no saben todo lo necesario para

desempeñarse exitosamente en la profesión. De igual modo, en los estudiantes de la UACH, el “miedo a no poder cumplir con todo lo que se solicita y tener que dejar de hacer lo que les apasiona” (*Bellota*), detona en cuestionamientos personales que ponen en tensión los aprendizajes adquiridos durante el continuum de la formación profesional, de este modo, preguntarse si “¿seré lo suficientemente buen/a profesor/a?, si ¿seré competente?, si ¿podré ayudar a mis estudiantes?” (*Paz*), se hace cada vez más recurrente dentro del grupo de futuros profesores.

Los “comportamientos inadecuados” son problemas emergentes en los estudiantes de la UACH que no se habían rastreado en las investigaciones revisadas inicialmente en este trabajo, y que no hacen parte del inventario de problemas de Veenman (1984). Así, los estudiantes de la UACH reconocen en palabras de Bob Talbert, que “los buenos educadores son costosos, pero los malos cuestan aún más” y hacen alusión a los errores personales que “marquen de muy mala manera, la más pura esencia del ser humano: la niñez” (*Kullen*).

5. Discusiones

El análisis de las cartas iniciales evidencia que debido a la inmersión que ofrece la práctica pedagógica en la labor profesional, los futuros profesores comienzan a percibir y experimentar los problemas y/o preocupaciones relatados por Veenman (1984) en profesores principiantes, antes de su inserción profesional. Al revisar los escritos de los estudiantes participantes de este estudio, derivados del problema y/o preocupación expuesta en la carta inicial, se encuentran respuestas más arraigadas al apoyo moral que a estrategias concretas para atender las problemáticas planteadas. Podría decirse que, estando los estudiantes cursando sus últimos semestres y contando con inmersión en la práctica pedagógica, aún no cuentan con claridad suficiente para responder en términos didácticos y pedagógicos, sobre cómo se podrían atender dichas situaciones. Parece ser que el discurso de “el tiempo todo lo soluciona” se convierte en una filosofía para aquietar emociones y brindar paz y tranquilidad a sí mismos y a otros. Ahí vuelve la noción de “experiencia” relacionada a la sumatoria de “años de trabajo”, postura opuesta a

lo planteado por Larrosa (2006) al hablar de experiencia como un suceso que transforma la vida y la forma de actuar frente a situaciones concretas.

Se percibe también, como en las respuestas de los estudiantes el asunto problemático de base sigue en algunos casos sin resolverse, pero incorpora nuevos elementos de discusión que resaltan la capacidad de empatía y comprensión mutua, además del gusto por comenzar a hacer parte de un colectivo en el que se comparten problemas e intereses similares. Así, se afloran entre ambos grupos, ciertos elementos característicos de la configuración de una comunidad de práctica, como son: el compromiso mutuo, la empresa conjunta y el repertorio compartido (Wenger, 2001), los cuales pueden significar una oportunidad para extrapolar la reflexión a otros espacios por fuera del currículo formal de una asignatura particular.

Por otro lado, se pudo reconocer la existencia de ciertos rasgos de la configuración de la identidad profesional docente (Bolívar, 2006) que se deben fortalecer dentro de la FID –autoimagen, el reconocimiento social y la actitud ante el cambio– a partir de un diagnóstico inicial que lleven a contextualizar las prácticas pedagógicas y otros cursos donde se discute la vinculación entre la teoría y la práctica, y así promover acciones de que hagan frente al choque con la realidad que se experimenta durante las primeras experiencias en el aula.

Con relación a la identificación de las problemáticas referidas a la práctica docente, por parte de ambos grupos de estudiantes, se encuentra que éstas son de naturaleza explícitas e implícitas. Según lo expuesto por Scheuer, et al. (2006), las concepciones explícitas tienen una naturaleza verbal, epistémica, simbólica y de acción deliberada, que se originan a partir de la instrucción formal, mientras las implícitas son de naturaleza pragmática, devienen de la experiencia personal y son elaboradas a partir de la interacción repetitiva con contextos, y que se expresan de forma inconsciente. Así, se puede interpretar que, en las cartas de los estudiantes, los problemas y/o preocupaciones declaradas, emergen a partir de una experiencia sensible, tangible y propia de cada uno, que afloró en ellos sensaciones que hacen que sean recordados, situándose en primera instancia en el terreno de lo implícito. Ahora bien, el hecho de escribirlo y formalizarlo a través de las cartas se pasa de la representación inconsciente a una consciente y deliberada, que incluso cruza la

experiencia con los conocimientos adquiridos en la formación inicial, pasando ahora al terreno de lo explícito.

A partir del análisis de los resultados obtenidos, se encuentra que, al hablar de las actitudes resilientes en el marco de FID, se puede mencionar la configuración de una **resiliencia (pre)profesional**, la cual estaría conformada por la triada de los saberes profesionales (Tardif, 2015), mediados por su contexto sociocultural, la organización y énfasis del programa de estudios de la FID y el contexto de práctica pedagógica en el cual están inmersos. Esta idea se representa en la figura 2.

En este sentido, se define la **resiliencia (pre)profesional** como aquella habilidad que, más allá de permitir una adaptación al cambio, se relaciona con la capacidad de identificar y resolver problemas a partir de una reflexión consciente guiada por sus saberes profesionales (pedagógicos, didácticos, disciplinares, curriculares y experienciales) que lleva al maestro/a en formación a mantener su integridad personal y emocional.

Al fomentar la resiliencia (pre)profesional, a partir del intercambio de experiencias, saberes y reflexiones, se espera que los problemas y/o preocupaciones que afloran en el transcurrir de práctica pedagógica e incluso en la inserción laboral, se conviertan en oportunidades para el aprendizaje la (re)constitución de identidad profesional docente, los cuales pueden ser impulsados a partir de la generación de comunidades de práctica en la FID que les permitan compartir y construir soluciones de cara a la figura de maestro que quieren asumir y proyectar en su quehacer profesional.

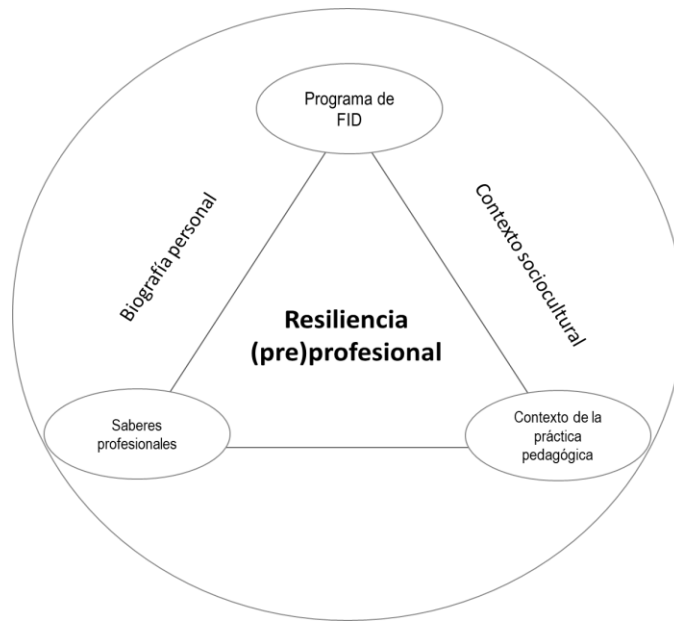


Figura 2. Factores que intervienen en la resiliencia (pre)profesional de estudiantes de formación inicial. **Fuente:** Elaboración propia

6. Conclusiones

El intercambio de experiencias con maestros en formación de otros contextos ayuda a ampliar la visión que hasta el momento han construido –los futuros profesores– sobre la profesión, llevándolos a reconocer el impacto de los contextos de trabajo en las prácticas educativas y de la cultura en la cual están inmersos. A su vez, escuchar experiencias de otros similares permite a los estudiantes dimensionar que sus problemas o preocupaciones no son inherentes únicamente a su desempeño profesional, sino que, en la mayoría de los casos, hacen parte de los retos característicos de la profesión docente. Por otra parte, las estrategias dialógicas son necesarias para que el aprender a enseñar articule elementos de la teoría y la práctica desde la lectura personal de los maestros en formación. En este sentido, los saberes “cotidianos” expresados a través de la narración recogen el conjunto de experiencias, conocimientos y creencias previas que los estudiantes sobre la profesión en general y sobre la enseñanza y el aprendizaje de su área específica, develando sus concepciones implícitas y explícitas y reconociendo sus

esquemas de pensamiento para luego reflexionar sobre el papel de la FID en las representaciones sociales que estos crean sobre su práctica futura.

Finalmente, sobre los problemas y/o preocupaciones de los futuros profesores, se visualiza que éstos no se arraigan a la enseñanza de un área específica, por el contrario, transgreden las fronteras del saber disciplinar y se adentran en cuestiones más profundas que abarcan el saber pedagógico y didáctico en consonancia con sus experiencias personales y profesionales. De esta forma, una situación se constituye como problema, de acuerdo con la manera en que es interiorizada por cada estudiante, lo cual depende en gran medida de la formación inicial recibida, de los saberes profesionales construidos durante el continuum de la formación y de los contextos de práctica pedagógica donde intervienen los actores/factores que hacen parte de la triada de la resiliencia (pre)profesional.

7. Referencias Bibliográficas

- Alsina, Á., Batllori, R., Falgàs, M., & Vidal, I. (2019). Marcas de autorregulación para la construcción del perfil docente durante la formación inicial de maestros. *Revista Complutense de Educación*, 2019, vol. 30, num. 1, p. 55-74.
- Bolívar, A. (2006). *La identidad profesional del profesorado de Secundaria: crisis y reconstrucción*. Málaga: Aljibe.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Los Ángeles: Sage publications.
- Fombona, J., Iglesias, M. & Lozano, I. (2016). El trabajo colaborativo en la educación superior: una competencia profesional para los futuros docentes. *Educacao & sociedade*, 37(135), 519-538. <https://doi.org/10.1590/ES0101-73302016147914>
- Fuentealba, R. (2006). Desarrollo profesional docente: un marco comprensivo para la iniciación pedagógica de los profesores principiantes. *Foro educacional* número 10, 65 – 106.
- Imbernón, F. (2020). Desarrollo personal, profesional e institucional y formación del profesorado: algunas tendencias para el siglo XXI. *Curriculum: Revista de*

Teoría, Investigación y Práctica Educativa, (33), 49-67.
<https://doi.org/10.25145/j.qurricul.2020.33.04>

Jiménez, M., Mejía, L., & Montoya, L. (2011) Los profesores y profesoras principiantes de ciencias naturales y educación ambiental: aspectos formativos, laborales y problemas que enfrentan en el ejercicio profesional. Facultad de Educación, Universidad de Antioquia.

Jordell, K. (1987). Structural and personal influences in the socialization of beginning teachers. *Teaching & Teacher Education*, 3(3), 165–177.
[https://doi.org/10.1016/0742-051X\(87\)90001-1](https://doi.org/10.1016/0742-051X(87)90001-1)

Larrosa, J., (2006). Algunas notas sobre la experiencia y sus lenguajes. *Estudios Filosóficos* 55 (160), 467-480.

Moriña, A. (2017). *Investigar con Historias de Vida: Metodología biográfico-narrativa*. Madrid: Narcea.

Quiceno, Y. (2017). ¿Cómo nos hacemos profesores de Ciencias Naturales? Una reflexión acerca de los saberes docentes en la constitución y (re)constitución de la identidad profesional. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 13 (2), 151-176.

Ramírez, N. (2016). *El proceso de inserción profesional del profesor principiante de Ciencias Naturales: Cuatro casos en Colombia*. (Tesis de Maestría). Recuperada desde:
<http://educacion.udea.edu.co:8080/jspui/handle/123456789/2295>

Rassetto, M., Ortiz, M., & Ocelli, M. (2017). Las narrativas como dispositivo para la formación docente y la investigación educativa. Entrevista a Raúl Menghini. *Revista De Educación En Biología*, 20(2), (pp. 105–108). Recuperado desde:
<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaadbia/article/view/22519>

Reyes, L. (2011). Profesores Principiantes e Inserción Profesional a la Docencia. Preocupaciones, Problemas y Desafíos. (Tesis doctoral). Recuperado de:
<http://hdl.handle.net/11441/24057>

Ruffinelli, A. (2014) ¿Qué aprenden los docentes en su primer año de ejercicio profesional?: representaciones de los propios docentes principiantes.

- Pensamiento Educativo. *Revista de Investigación Latinoamericana*. 51(2), 56-74. Recuperado de <http://pensamientoeducativo.uc.cl/index.php/pel/article/view/25705>
- Sánchez, G., & Jara, X. (2018). De la formación inicial al trabajo docente: Comprensión de la trayectoria. *Revista Educación*, 42(2), 1-20. Recuperado de: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/educacion/article/view/23996/pdf>
- Sanjurjo, L. (2009). *Los dispositivos para la formación en las prácticas profesionales* (4ª Reimpresión). Rosario: Homo Sapiens
- Scheuer, N., Mateos, M., y Pérez, M & Pozo, J. (2006). Las teorías implícitas sobre el aprendizaje y la enseñanza. En J. Pozo., N. Scheuer., M. Pérez, M. Mateos, E. Martín & M. de la Cruz (Eds.) *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje. Las concepciones de profesores y alumnos*. Barcelona: Graó.
- Schreier, M. (2019). *Content Analysis, Qualitative*. En P. Atkinson, S. Delamont, A. Cernat, J.W. Sakshaug, & R.A. Williams (Eds.), *SAGE Research Methods Foundations*. <https://dx.doi.org/10.4135/9781526421036753373>
- Solís, M., Núñez, C., Contreras, I., Vásquez, N. & Ritterhaussen, S. (2016). Inserción profesional docente: Problemas y éxitos de los profesores principiantes. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 42(2), 331-342. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052016000200019>
- Stake, R. (2010). *Investigación con estudios de casos*. Quinta edición, Madrid: Morata
- Strauss, A., & Corbin, J. (2016). *Bases de la investigación cualitativa: técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Universidad de Antioquia.
- Tardif (2015). *Esencia e importancia de los saberes profesionales de los docentes en la práctica, formación e investigación en educación*. Seminario “La Tríada Formativa de la Construcción del Saber Pedagógico”. Ponencia llevada a cabo en la Universidad de la Serena, La Serena, Chile.

- Vaillant, D., & Manso, J. (2022). Formación inicial y carrera docente en América Latina: una mirada global y regional. *Ciencia y Educación*, 6(1), 109-118. <https://doi.org/10.22206/cyed.2022.v6i1.pp109-118>
- Vanegas, C. & Fuentealba, R. (2018). *Reflexión Docente: Perspectivas Teóricas, Críticas y Modelos para el Desarrollo Profesional de Profesores*. Curitiba: Appris.
- Veenman, S. (1984). Perceived problems of beginning teachers. *Review of Educational Research*, 54(2), 143 -178. <https://doi.org/10.3102%2F00346543054002143>
- Villegas, A. (2018). Aportes de la práctica pedagógica a la constitución de la identidad profesional de los maestros en formación inicial de ciencias naturales (Trabajo de maestría). Recuperado desde: <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/11660>
- Wenger, E. (2001). *Comunidades de práctica: aprendizaje, significado e identidad*. Barcelona: Paidós.

CAPÍTULO 12

SABERES Y CONOCIMIENTOS INDÍGENAS PARA REPENSAR LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA EN LA ESCUELA¹⁹

Viviana Villarroel-Cárdenas¹ · Katerin Arias-Ortega¹
vvillarroel@uct.cl · karias@uct.cl

¹Universidad Católica de Temuco, Chile

Resumen: El capítulo de libro presenta resultados de investigación²⁰ que exponen saberes y conocimientos educativos indígenas posibles de incorporar a la educación escolar, para repensar la educación científica en niños y jóvenes mapuches. La metodología es cualitativa de tipo descriptivo. Se trabajaron entrevistas semiestructuradas con sabios mapuches y educadores tradicionales que se desempeñan en escuelas de La Araucanía, Chile. El análisis de los testimonios de los participantes consideró un análisis temático. Los principales resultados dan cuenta de métodos, contenidos y finalidades educativas indígenas posibles de articular con los contenidos escolares en las prácticas de enseñanza y aprendizaje, para repensar la educación científica desde un enfoque educativo intercultural. Las principales conclusiones dan cuenta del arraigo de un racismo científico institucionalizado en el sistema educativo escolar que niega una educación científica que incorpore saberes y conocimientos educativos indígenas, lo que contribuiría en estrategias para abordar problemáticas como el cambio climático desde un pluralismo epistemológico intercultural.

Palabras clave: conocimiento autóctono, conocimiento científico, educación intercultural.

1. Introducción

En los sistemas educativos escolares, históricamente, la enseñanza de la educación científica se ha caracterizado por estar ajena a las realidades sociales, culturales, lingüísticas y territoriales de las comunidades en las cuales se desarrollan los procesos de enseñanza y aprendizaje (Arias-Ortega, Quintriqueo, & Valdebenito, 2018; Dietz, 2018; Sartorello, 2021). De esta manera, la educación científica ha carecido de una epistemología contextual que permita vincular los saberes locales

¹⁹ Agradecimientos a los proyectos de investigación FONDECYT N°11200306, N°1221718 y FONDEF ID21110187

²⁰ El capítulo de libro articula resultados de investigación de dos tesis doctorales de año 2019 y 2022 en complementariedad con el proyecto sobre el sentido de la educación escolar en contexto indígena como bases para repensar la escuela y la educación escolar desde un enfoque educativo intercultural.

e indígenas con este supuesto saber científico que se ha posicionado como un saber único y válido, para la formación de las nuevas generaciones de indígenas y no indígenas en la educación escolar.

En el contexto educativo de La Araucanía, Chile existen saberes y conocimientos de los pueblos indígenas, en este caso mapuche que están presentes en la memoria social y que se han transmitido de generación en generación para formar a niños y jóvenes en coherencia con su cosmovisión y cosmogonía (Arias-Ortega & Quintriqueo, 2021). Sin embargo, estos saberes no tienen un espacio en el escenario educativo y se han invisibilizado históricamente en el currículum escolar. No obstante, consideramos que los saberes y conocimientos educativos indígenas tanto en sus contenidos como métodos educativos podrían contribuir en repensar la educación científica en perspectiva intercultural. Esto puesto que, desde los conocimientos indígenas existen una extensa red de relaciones entre el mundo natural e inmaterial para salvaguardar el equilibrio y el buen vivir de los sujetos con la naturaleza (Villarroel, Sanhueza-Estay & Quintriqueo, 2022). Desde ese contexto, la base de saberes y conocimientos educativos indígenas han contribuido en el cuidado del medio ambiente, preservación de fauna y flora nativa como una forma de contrarrestar problemáticas ambientales como el cambio climático.

El capítulo de libro tiene como objetivo dar cuenta desde las voces de sabios indígenas y educadores tradicionales saberes y conocimientos educativos propios posibles de incorporar en los procesos de enseñanza y aprendizaje, para repensar la educación científica en la escuela.

2. Tensiones epistemológicas entre el saber indígena y el saber científico

Las tensiones epistemológicas entre el saber indígena y el saber científico se comprenden como puntos de conflicto o desencuentros producto de la supremacía del conocimiento occidental sobre el conocimiento indígena, tanto en los procesos de transmisión como de producción del orden del saber (Piñacue, 2014; Arias-Ortega, 2019). Lo epistemológico está asociado a la producción del conocimiento acorde al contexto histórico en que las personas y los grupos sociales se desarrollan (Bredlid, 2012). De este modo, las tensiones epistemológicas implican puntos de

conflicto o de desencuentro entre las formas de hacer, ver, conocer, comprender, explicar y dar sentido al mundo, en una relación objetiva y subjetiva con el medio natural, social, cultural y espiritual (Arias-Ortega, 2019). En esa perspectiva, en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la educación científica, las tensiones epistemológicas inciden en la relación de los sujetos que pertenecen a sociedades y culturas diferentes, quienes interactúan en un espacio determinado, donde el conocimiento científico está instituido en las estructuras de poder en las sociedades hegemónicas, lo que se expresa por ejemplo en la educación escolar.

En ese contexto, las tensiones epistemológicas entre el saber indígena y el saber científico relevan cómo desde esta mirada validada socialmente como “saber científico”, no se consideran las diferencias que subyacen en cada sujeto, por ejemplo, en el contexto de La Araucanía, asociado a saberes y conocimientos propios que portan niños y jóvenes mapuches producto de su educación familiar. Desde esta perspectiva, las culturas indígenas tienen especificidades y formas diferentes de ver el mundo como un todo integrado lo material e inmaterial. Esta forma de ver el mundo desde la cosmovisión y cosmogonía indígena se constituye en un punto de tensión y desencuentros epistemológicos con la cultura occidental, la que concibe la realidad desde una manera fragmentada y productiva de los servicios ecológicos que esta provee (Breidlid, 2012; Piñacue, 2014). En ese sentido, los procesos educativos escolares en contexto mapuche relevan la existencia de tensiones epistemológicas que se evidencian en el marco de un currículum escolar monocultural, que invisibiliza y niega los aportes epistémicos de la educación familiar mapuche para estudiantes de origen indígena y no indígena (Arias-Ortega, Quintriqueo & Valdebenito, 2018). Es así como, la educación científica se sustenta en contenidos, métodos y racionalidades educativas fundadas en una lógica hegemónica de corte eurocéntrico occidental. Así, desde esta lógica, se piensa la educación escolar como una forma de satisfacer las necesidades económicas y políticas de la sociedad dominante. De este modo, pensar la educación científica en contexto indígena genera una tensión epistemológica cuando se niega que en contexto de territorialidades mapuches existe una base de conocimientos y saberes que buscan formar a las nuevas generaciones en una

relación de reciprocidad con el medio natural en coherencia con sus marcos epistémicos propios.

En esa perspectiva, los saberes y conocimientos indígenas refieren a los diferentes contenidos, destrezas y habilidades que comparten los sujetos que pertenecen a un mismo grupo sociocultural para la co-construcción de conocimientos, los que son adquiridos mediante la experiencia en su participación de prácticas socioculturales y socio religiosas propias del territorio de origen (Bolaños y Tattay, 2012). Así, los saberes y conocimientos educativos indígenas son construidos de manera intersubjetiva con los elementos sociales, culturales, naturales y espirituales que pueden ser tangibles como aprender a cosechar o intangibles como lograr una relación de reciprocidad con un ser espiritual protector de un espacio natural (Molina y Tabarez, 2014). En el caso mapuche, estos saberes y conocimientos educativos propios se encuentran arraigados en la memoria social y son enseñados a través de la educación familiar, pero, sin embargo, son ignorados en la educación escolar. En el currículum escolar chileno, la asignatura de Ciencias Naturales es comprendida como aquella disciplina que tiene como finalidad enseñar los contenidos educativos asociados a la naturaleza, biología, química, física, botánica, geología y astronomía. Para ello, en los procesos de enseñanza y aprendizaje se asume una visión holística e integral de la naturaleza, la que permita comprender los constantes procesos de transformación del medio natural (Ministerio de Educación de Chile, 2018). En ese sentido, la enseñanza de las ciencias naturales en la educación escolar establece como prioritario el desarrollo del pensamiento crítico y el conocimiento científico. Estos se agrupan en saberes clasificados como científicos-técnicos y no tienen una connotación neutra al interior de la cultura escolar, por lo que se ajustan a las finalidades educativas establecidas desde la política pública de corte eurocéntrico occidental. Para ello, la didáctica tradicional de las ciencias naturales se basa en el saber conceptual, el saber experimental y el saber actitudinal, desde tres pilares fundamentales a) Saber disciplinar, referido a los contenidos educativos mínimos obligatorios que deben aprender los estudiantes; b) Saber experimental que se adscribe a un aprendizaje a través de la experiencia y que busca ser replicado en la cotidianeidad de lo aprendido y c) Saber actitudinal

que promueve el respeto, la tolerancia y el valor científico para la construcción de conocimiento (Ministerio de Educación de Chile, 2018).

En suma, la didáctica de las ciencias naturales es entendida como una disciplina que en el marco de las prácticas pedagógicas tiene como finalidad optimizar los procesos de enseñanza y aprendizaje, para lograr que los estudiantes adquieran una base de saberes y conocimientos con pertinencia social y cultural. En esa perspectiva, en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales se propone que los estudiantes despierten el interés por conocer el mundo que los rodea, a través del método de investigación científica. Para ello, se espera el desarrollo y adquisición de habilidades científicas siendo capaces de levantar problemáticas, la formulación de hipótesis, la observación, la experimentación, el registro y análisis de la información y la puesta en común de los resultados logrados en el desarrollo de la investigación científica. El problema que subyace a esta lógica es que se niega a otras formas de construir conocimiento que no se ajusten al 'método científico' considerado el único y válido para la construcción del saber en la educación escolar.

3. Metodología

La metodología empleada es la investigación cualitativa, con un enfoque descriptivo lo que permite profundizar de manera subjetiva e intersubjetiva en las relaciones entre los fenómenos que acontecen, para comprender y explicar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales en contexto indígena (Denzin y Lincoln, 2018). Como instrumento de recolección de datos, se utilizó la entrevista semiestructurada la que se aplicó a 4 sabios indígenas que son reconocidos por la comunidad de pertenencia, por tener el dominio del marco epistémico propio y la memoria social, producto de su educación familiar indígena arraigada a la cosmovisión y cosmogonía propia. También, participaron 8 educadores tradicionales, quienes son personas de las comunidades indígenas que cuentan con el reconocimiento de la familia y comunidad mapuche y que ingresan a la escuela, para apoyar al profesorado en la enseñanza de la lengua y la cultura mapuche, durante la implementación de la educación intercultural. Ambos participantes son

actores educativos del medio social que apoyan los procesos educativos formales e informales en la escuela y comunidad de pertenencia. La técnica de análisis empleada es el análisis temático.

El contexto de estudio se sitúa en La Araucanía, que cuenta con una población total de 957.224 habitantes y de estos, 328.327 se reconocen como mapuches (Instituto Nacional de Estadística, 2017), se trabajó en la territorialidad Lafkenche de Saavedra. Los participantes del estudio son seleccionados de manera intencional no probabilística, de acuerdo a los intereses y necesidades que el investigador ha definido según criterios de inclusión asociados a: 1) Establecimientos educacionales que declaren en su Proyecto Educativo Institucional tener un sello intercultural; 2) Ser establecimientos educacionales que cuenten con una mayoría de matrícula de estudiantes de origen mapuche; y 3) Establecimientos educacionales que se encuentren situados geográficamente en comunidades mapuches de la identidad territorial Lafkenche.

4. Resultados

Los resultados de investigación dan cuenta de saberes y conocimientos educativos indígenas deseables de incorporar a la enseñanza de las ciencias en la educación escolar, los que emergen desde las voces de sabios mapuches y educadores tradicionales.

Los resultados se presentan de acuerdo a tres categorías centrales: 1) Métodos educativos mapuches; 2) Contenidos educativos mapuches referidos a las Ciencias Naturales; y 3) Finalidades educativas. Dichas categorías están relacionadas con las formas de educar, el contenido en el que se educa y por qué se educa en ese sentido a niños y jóvenes desde la educación familiar y comunitaria mapuche, cuyo propósito es transmitir a las nuevas generaciones el conocimiento acumulado, desde su propio marco epistemológico, presente en la memoria social indígena.

4.1. Métodos educativos mapuches

La primera categoría da cuenta de métodos educativos mapuches que se refiere a las formas de aprender y enseñar en la educación familiar indígena, que permiten generar un proceso de enseñanza y aprendizaje social, cultural y territorialmente pertinente. Esta categoría obtiene la frecuencia más alta

correspondiente a 67 recurrencias de un total de 171, lo que representa un 39% de frecuencia total. La segunda categoría se refiere a contenidos educativos mapuches respecto de la enseñanza de las Ciencias Naturales, esta obtiene 56 recurrencias de un total de 171, lo que representa un 32% de la frecuencia total del testimonio de los participantes. Los contenidos educativos mapuches son entendidos como saberes educativos propios, contruidos en la relación que establece el ser humano con su entorno natural, cultural, social y espiritual, que componen la realidad en una relación subjetiva e intersubjetiva con los miembros del grupo familiar y comunitario. La tercera categoría refiere a las finalidades educativas propias que tiene la enseñanza de los contenidos educativos de la educación familiar mapuche, esta obtiene 48 recurrencias de un total de 171, lo que representa un 29% de la frecuencia total. La finalidad educativa, entendida como los propósitos de la formación en determinados contenidos y de formas específicas de aprendizaje, que tiene como objetivo el aprendizaje a convivir de manera sustentable con el entorno.

Tabla 1. Saberes y conocimientos indígenas para la enseñanza de las ciencias

Categoría	Recurrencia	Frecuencias%
Métodos educativos mapuche	67	39
Contenido educativo mapuche relacionado a las Ciencias Naturales	56	32
Finalidades educativas	48	29
Total	171	100

Fuente: elaboración propia

La primera categoría denominada Métodos educativos mapuches está asociada a cinco códigos: 1) Aprender observando que tiene 21 recurrencias, representando el 31% del total; 2) Aprender experimentando, con una recurrencia de 17 representando el 25%; 3) Aprender escuchando, que tiene 15 recurrencias representando el 22%; 4) Aprendizaje inductivo, que tiene 7 recurrencias

representando el 11%; y 5) Tradición oral, que tiene 7 recurrencias representando el 11%.

Tabla 2. Métodos educativos mapuche

Códigos	Recurrencia	%
Aprender observando	21	31
Aprender experimentando	17	25
Aprender escuchando	15	22
Aprendizaje inductivo	7	11
Tradición Oral	7	11
Total	67	100

Fuente: elaboración propia

En relación al código aprender observando expone un método educativo familiar mapuche que se inculca en la formación de niños y jóvenes en la relación con el medio ambiente. Este método educativo se implementa desde temprana edad en el que los niños son expuestos a las actividades socioculturales, mediante la observación de actividades de la vida cotidiana y la vida comunitaria. El propósito de la observación es visualizar el cómo se realizan las actividades familiares y comunitarias como una forma de lograr su reproducción y persistencia en el tiempo, en la medida que los niños y jóvenes adquieren estos saberes prácticos, normas y patrones socioculturales, para reproducir estas actividades de acuerdo al marco epistémico propio. Al respecto, un sabio menciona que:

“Desde pequeño uno va mirando lo que realizan sus mayores, fui aprendiendo con mi abuelo y padre las labores de la casa, del campo y las ceremonias de la comunidad, desde pequeño lo llevan a ceremonias y lugares para que aprenda como ser, comportarse y hacer las cosas” (SM1; 03:20)

El testimonio da cuenta como a través de la observación es posible que niños y jóvenes desde temprana edad aprendan las acciones cotidianas y comunitarias que los adultos desarrollan en el entorno. Al respecto, una educadora tradicional plantea que: *“Desde pequeños los niños deben acompañar a sus mayores en las labores del campo, la tierra para que miren cómo se hacen las cosas, para que vean cómo*

los mayores se comportan y aprendan lo que deben hacer más adelante” (ET2; 02:28). El método educativo aprender observando da cuenta de la importancia de implicar a los niños y jóvenes en actividades de aprendizaje que le permitan profundizar y detallar en saberes y conocimientos que posteriormente deberán reproducir en el desarrollo de su vida cotidiana. En la enseñanza de las ciencias el aprender observando se constituye en una habilidad científica que en perspectiva intercultural permitiría comprender de manera detallada y profunda el porqué de los hechos y fenómenos sociales a través de su implicación en los mismos, desde un enfoque de pertinencia social y cultural ajustado a los marcos de referencia propios en articulación con la lógica escolar.

El código aprender experimentando expone un método educativo familiar que relaciona la capacidad de experimentación y cómo esta contribuye al aprendizaje situado. A través de este método los niños y jóvenes pueden aplicar sus conocimientos en situaciones reales. En relación a ello, un sabio expone que: *“Uno observando al niño se da cuenta cuando éste ya puede realizar algunas actividades, y ahí uno le va dando responsabilidades en labores acordes a su edad y a su desarrollo para que él realice”* (SM2: 17:19). El testimonio evidencia que se les permite a los niños experimentar en acciones, en el marco de la implicación de las actividades familiares. Al respecto, un educador tradicional agrega que: *“Los niños aprenden muy rápido, primero uno hace que ellos miren con detención las actividades que uno va realizando hasta que ellos empiezan a hacer las cosas por ellos mismos, de acuerdo a lo que ya han ido aprendiendo”* (ET3: 23:22). De esta manera, a través de la experimentación los niños y jóvenes adquieren un aprendizaje práctico en los distintos ámbitos sociales, culturales y espirituales que son significativos para ellos, puesto que ven su utilidad en el marco de las relaciones con la familia y comunidad. En la enseñanza de las ciencias aprender experimentando desde esta mirada intercultural que articula el saber indígena y occidental, permitiría desarrollar habilidades científicas desde temprana edad, lo que implica que los niños realizan procesos exploratorios en el medio que los rodea en situaciones cotidianas que se le presentan en su entorno familiar y la comunidad. Esto, posibilita desarrollar y promover experiencias de aprendizaje desde niveles

educativos iniciales, relacionados con los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales y el conocimiento educativo familiar indígena.

Respecto del código aprender escuchando se constituye en un método educativo indígena que relaciona la capacidad de escuchar con el aprendizaje. En la educación familiar mapuche se enseña a niños y jóvenes a realizar un proceso de escucha activa, referido a que se debe escuchar lo que conversan otras personas en especial los padres y las personas de mayor edad con atención y con una alta receptividad, para integrar el conocimiento que emerja de instancias tales como la conversación y el consejo.

Al respecto una sabia en su testimonio expone:

“Es bueno que los niños vayan aprendiendo al lado de uno, que se den cuenta cómo uno debe ser y para eso, lo primero que deben hacer es escuchar a sus mayores, escuchar cómo uno saluda, cómo uno conversa, cómo uno se desenvuelve con otros, para que a futuro él pueda saber cómo debe relacionarse con otros” (SM3; 15:16)

El testimonio releva la importancia que tiene para niños y jóvenes el aprender a través de la escucha atenta, para aprender las normas culturales apropiadas en el desenvolvimiento social en la comunidad y la familia. De la misma forma, una educadora tradicional expone que:

“Falta que los niños de hoy puedan aprender cómo se hacía antes, uno les enseñaba en primer lugar a escuchar a los niños con atención, hoy esa práctica se ha perdido y eso es importante porque así uno aprende de pequeño cómo se debe relacionar con los otros, por eso los niños no saben saludar como corresponde ni a respetar a los mayores” (ET2; 21:05)

El testimonio da cuenta que el aprendizaje no sólo se enmarca a instancias formales, sino que también se realiza en actividades cotidianas, donde los niños aprenden escuchando y viviendo con sus mayores, experiencias de socialización. En el ámbito de la enseñanza de las ciencias, el desarrollar la habilidad científica de la escucha activa, permitiría una mejor organización de las actividades y experiencias relacionadas con los procesos de enseñanza y

aprendizaje de las ciencias naturales. Además, posibilitaría el desarrollo de un clima de respeto, colaboración y tolerancia entre estudiantes y entre estudiante y profesor/a. Asimismo, se releva la relación que existe entre la escucha activa y el desarrollo del pensamiento crítico, pues podría permitir el análisis de los contenidos escolares y una posible vinculación con las actividades que son desarrolladas en el marco educativo familiar y comunitario. De esta manera, se posibilita la transmisión de contenidos y con ello la promoción de un aprendizaje social, cultural y territorialmente pertinente.

Respecto del aprendizaje inductivo es un método educativo familiar que se relaciona con la implicación de los niños y jóvenes con las personas adultas que orientan su formación. Esto, implica que el adulto observa en detalle la acción que realiza el niño o joven para luego indicarle los aciertos, errores y sugerencias de la actividad realizada. Al respecto, un testimonio señala que:

“Cuando se termina una actividad, uno tiene que conversar sobre lo que ocurrió, lo que estuvo bien hecho y lo que estuvo mal, de esa forma uno va corrigiendo de inmediato y espera que el niño o joven vaya modificando su comportamiento gracias al consejo de sus mayores” (SM1; 14:20)

El relato da cuenta que el aprendizaje inductivo se expresa cuando el adulto desarrolla la práctica del consejo y la entrega de sugerencias e indicaciones necesarias, para que los niños aprendan a enfrentar actividades de la vida familiar y comunitaria. Asimismo, un educador tradicional al ser consultado sobre este método educativo explica que: *“Cuando caminamos de regreso a casa yo aprovecho para conversarle a mis hijos sobre su conducta, les hago ver lo que no estuvo bien, y les aconsejo para que la próxima vez lo puedan hacer mejor”* (ET3; 12:10). El testimonio da cuenta de una instancia de aprendizaje inductivo a través del consejo que puede darle un padre a sus hijos al terminar una actividad.

En relación al código tradición oral expone un método educativo familiar dónde los saberes y conocimientos mapuches son transmitidos a través de la oralidad sostenida en la memoria social. En dicha instancia, se promueve el diálogo

entre los miembros de la familia y la búsqueda de espacios comunicativos familiares y comunitarios. Al respecto un sabio expone que: *“Nosotros relatamos nuestra historia, cómo es la historia de nuestros ancestros el parentesco, eso no se puede perder, todo esto es oral porque de esa forma se graba en nuestra mente”* (SM2; 11:03). El testimonio da cuenta de la práctica de la tradición oral y cómo esta se vincula con la promoción del uso de la lengua y del diálogo constante entre la familia y la comunidad. De la misma forma una educadora tradicional relata su experiencia donde indica que:

“A los niños hay que irles contando cada vez que uno puede sobre nuestra historia, de cómo llegamos a este lugar donde vivían nuestros ancestros, cómo se fue formando la comunidad. Lo hacemos en nuestra lengua de manera oral para que el niño vaya aprendiendo la lengua y pueda ir trabajando su mente” (ET1; 04:33)

El testimonio da cuenta de la enseñanza a través de la tradición oral donde se releva que este método educativo permite enseñar a niños y jóvenes la historia propia de la comunidad, la familia. El propósito de acuerdo al testimonio es enseñar a los niños y jóvenes sobre la historia local, pero también significa revitalizar la lengua y promover su uso. Lo anterior, releva que a través de la tradición oral se enseñan, se transmiten saberes sociales y culturales que se consideran necesarios e imprescindibles en la educación familiar mapuche. En el marco de la enseñanza de las ciencias, la oralidad se constituye como habilidad científica de vital importancia porque permite dar cuenta de los resultados de investigación, en contextos indígenas esto es relevante puesto que la ciencia y el saber se construye a través de procesos de indagación y comunicación en el marco de las relaciones que se construyen con la familia y la comunidad.

En síntesis, desde los diferentes testimonios de sabios y educadores tradicionales se construye la categoría de métodos educativos mapuches donde refieren a las formas de educar a niños y jóvenes desde la educación familiar y comunitaria, en correspondencia con los lineamientos de sus propios marcos de referencia. Así los métodos educativos mapuches se establecen como prácticas cotidianas que

vinculan a las personas con su entorno social y natural, configurando de esta forma la educación familiar y comunitaria de niños y jóvenes mapuches.

4.2. Contenidos educativos mapuches para la enseñanza de las Ciencias Naturales

La segunda categoría se refiere a contenidos educativos mapuches posibles de incorporar en la enseñanza de las Ciencias Naturales. Esta categoría obtiene 56 recurrencias de un total de 126, lo que representa un 45% del total.

A continuación, se presenta la segunda categoría Contenidos educativos mapuches relacionado a las Ciencias Naturales que se asocia a cuatro códigos: 1) Valores educativos con una recurrencia de 21, representando el 37% del total; 2) Cuidado al entorno, con una recurrencia de 16 representando el 29%; 3) Agua, que tiene 10 recurrencias representando el 18%; y 4) Tierra, que tiene 9 recurrencias representando el 16%.

Tabla 3. Contenidos educativos mapuches para la enseñanza de las ciencias

Códigos	Recurrencia	%
Valores educativos	21	37
Cuidado al entorno	16	29
Agua	10	18
Tierra	9	16
Total	56	100

Fuente: elaboración propia

En relación al código valores educativos se refiere a un contenido mapuche vinculado a un principio ético que se inculca en la formación de niños y jóvenes con el propósito de formar a las personas en el buen vivir. Al respecto, un sabio explica que: *“A los niños se les debe enseñar desde pequeños lo que es el respeto por la naturaleza, porque de esta forma ellos aprenden desde niños a proteger su entorno”* (SM2; 25:13). El testimonio da cuenta de la relevancia de la formación valórica en niños y jóvenes para que estos puedan aprender a relacionarse con la naturaleza y el entorno. Asimismo, un educador tradicional expone que: *“El respeto es la base de la persona, se debe enseñar siempre desde temprana edad y desde*

ahí luego enseñar otros valores importantes para el desarrollo de la vida” (ET3; 27:11). El testimonio da cuenta de la enseñanza del respeto como parte de la educación integral valórica que deben recibir niños y jóvenes en el contexto familiar y comunitario, cuyo propósito se sustenta en un aprendizaje para el buen vivir. En el marco de la enseñanza de las ciencias este valor educativo indígena es de vital importancia para establecer relaciones de equilibrio y reciprocidad con el medio ambiente, lo que permitiría formar ciudadanos interculturales sensibles a la relación con la naturaleza, lo que contribuiría a la vez, en el cuidado de los espacios ecológicos culturales desde un sentido de lugar con pertinencia al territorio y la geografía. Asimismo, permitiría abordar las problemáticas asociadas a temas como cambio climático, fenómenos naturales, desde un pluralismo epistemológico intercultural que articule las formas y saberes existentes en la educación indígena y de las ciencias de corte eurocéntrico occidental.

Respecto del código cuidado al entorno (Medio ambiente) expone un contenido educativo mapuche que se relaciona con el aprender a cuidar los elementos tangibles e intangibles que se encuentran en el entorno, así como también el cuidado a las personas. Este contenido educativo refiere a conductas deseables de adquirir para vivir en comunidad con las personas y la naturaleza. Al respecto, una sabia señala que:

“Nosotros hemos aprendido de nuestros abuelos y de nuestros padres en los diferentes recorridos que hacíamos de niños el cómo debemos ir cuidando el entorno, donde pisar, como saludar, como pedir permiso a los ngen (seres espirituales que habitan los espacios)” (SM3; 13:19).

El testimonio releva la necesidad que los niños y jóvenes comprendan las formas de relación y cuidado del medioambiente, como un aspecto que permite el equilibrio en el mundo. En relación a ello, una educadora tradicional explica que: *“Cada elemento de la naturaleza cumple un rol en el entorno, por esto es necesario cuidar y enseñar a los niños a cuidar todo lo que nos rodea”* (ET2; 35:25). El testimonio releva la urgencia de educar a las nuevas generaciones en prácticas sustentables con el entorno, lo que es posible de incorporar en la enseñanza de las ciencias, articulados por ejemplo a los objetivos de desarrollo sostenible.

El código agua expone un contenido educativo mapuche que se relaciona con la enseñanza y aprendizaje del rol, cuidado y la relación que debe tener el elemento agua por parte de las personas. Al respecto una sabia explica que: *“El agua es importante para nosotros, gracias a ella nosotros podemos subsistir y desarrollar nuestra vida, entonces es necesario aprender a cuidarla y en estos tiempos a saber cómo aprovecharla, recordando que hemos tenido sequía”*(SM3; 27:54). El relato da cuenta del posicionamiento en la vida de la persona que adquiere el agua, como un elemento presente en el territorio adquiriendo un significado que vincula a la persona con la naturaleza, guiado por conductas basadas en el respeto y cuidado. Asimismo, un educador tradicional al ser consultado por contenidos deseables de incorporar a la clase de ciencias naturales da cuenta de:

“El agua es uno de los elementos más relevantes para nosotros que estamos insertos en el Lafken mapu, estamos rodeados de humedales, esteros, lago y mar. Antes a uno le enseñaban los ancestros los cuidados y el significado que esto tiene para la vida mapuche, pero hoy no se enseña ni cómo cuidar estos elementos que son parte de nuestra vida”(ET1; 24:13).

El testimonio del educador tradicional releva la presencia e importancia del agua en el territorio y que la conexión que se establece entre este elemento y las personas es de cuidado, buscando la conservación del agua, que en contexto indígena se vincula además con el crecimiento y preservación de flora nativa relevante para el trabajo de una medicina ancestral indígena. Así, el contenido educativo indígena asociado al agua es de vital importancia en la enseñanza de las ciencias, en tanto contenido educativo transversal en los distintos niveles educativos, desde educación de la primera infancia hasta educación media.

Respecto del código tierra expone un contenido educativo mapuche que se relaciona con el significado que adquiere esta para las personas y cómo las personas generan conductas de cuidado y respeto con ella. Al respecto una educadora tradicional explica que: *“La tierra para nosotros es vida, es todo. Gracias a ella somos quienes somos, nos permite vivir en armonía con ella”* (ET2; 21:05). El testimonio da cuenta de una relación armónica establecida entre la persona y la

tierra, además se destaca que la tierra adquiere un significado en el plano espiritual de la vida mapuche. Desde esa perspectiva, una sabia relata que:

“Hay mucho que aprender y que enseñar sobre la tierra, mis antepasados se ocupaban de enseñarnos todo sobre ella, la siembra, el cuidado, para no dañarla. Así no sólo me proveerá a mí de alimentos sino a las futuras generaciones” (SM3; 24:10).

El testimonio da cuenta de la relación que establece la persona con la tierra, guiado por el respeto y cuidado del entorno, dándole relevancia a ello debido a que la conservación de la tierra permitirá la vida de futuras generaciones.

En relación a los testimonios de sabios se establecen un conjunto de contenidos educativos que se relacionan con los contenidos de la asignatura de ciencias naturales. Dichos contenidos dan cuenta de fundamentos sólidos de formación tales como el respeto, el cuidado al entorno y la relevancia que tiene para las personas el elemento agua y tierra, en tanto contenidos deseables de incorporar a la educación escolar, para abordar las ciencias desde un enfoque educativo intercultural.

4.3. Finalidades educativas indígenas

La tercera categoría denominada Finalidad educativa indígena está asociada a las necesidades y expectativas que desde la educación familiar mapuche se espera logren sus hijos en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Esta categoría se compone de tres códigos: 1) Küme Mogen (tener una buena vida) que tiene 19 recurrencias, representando el 40% del total; 2) Kümeche (ser una persona buena), con una recurrencia de 16 representando el 33%; y 3) Ekuwün (ser respetuoso con la naturaleza), que tiene 13 recurrencias representando el 27%.

Tabla 4. Finalidades educativas indígenas

Categoría	Recurrencia	Frecuencia%
Küme Mogen	19	40
Kümeche	16	33
Ekuwün	13	27
Total	48	100

Fuente: elaboración propia

Respecto del código Küme Mogen expone una finalidad educativa que se relaciona con los aprendizajes de contenidos educativos mapuches en contexto familiar y comunitario orientados a desarrollar un modo de vida en respeto y reciprocidad con el medio natural y las personas. En relación a ello, una sabia señala que: *“Desde niños nuestros abuelos, nuestros padres nos han ido enseñando como debemos comportarnos, los valores que debemos tener para que tengamos una vida en armonía con los otros”* (SM1; 32:13). El testimonio releva normas de comportamiento sustentados en valores, presentes en la memoria social y que son transmitidos a los niños y jóvenes indígenas, para moldear las formas de ser desde el marco sociocultural propio, los que a la vez, permiten establecer una relación armónica con el medio natural, espiritual y social.

Desde esa perspectiva, una educadora tradicional explica que es necesario incorporar a la educación escolar conocimientos que permitan mejorar la convivencia entre las personas, señalando que: *“Los valores que sustentan nuestra vida como el respeto, la valoración de la vida y el cuidado al entorno son la base para vivir de manera comunitaria en paz con otros y con la naturaleza”* (ET3;29:15). El testimonio releva que la formación valórica es un aspecto clave para aprender a vivir en armonía y reciprocidad con la naturaleza y con la comunidad.

El código Kümeche se constituye en una finalidad educativa referida al ideal de persona que se espera formar, asociada a valores como el respeto y la solidaridad con los miembros de la familia, comunidad y espacio natural. Al respecto una educadora tradicional explica que: *“Siempre estamos conversando para saber si el otro necesita algo, si alguien está enfermo nosotros nos preocupamos y lo ayudamos”* (ET2; 16:11). El testimonio da cuenta de una práctica solidaria que se da en contexto comunitario, en donde se asiste a la persona que lo requiera, en la búsqueda constante del bien común. En ese sentido, una sabia relata que es importante el intercambio como una manera solidaria de economía, de esta forma ella explica que: *“Nosotros compartimos entre las personas de la comunidad si uno*

tiene algo que el otro no tiene y así nos vamos abasteciendo” (SM3; 31:05). El testimonio da cuenta de cómo entre personas de la comunidad se realizan intercambios, acto que permite de manera solidaria abastecerse.

Finalmente, en relación al código Ekuwün esta es una finalidad educativa que busca que las nuevas generaciones logren establecer una relación de respeto con la naturaleza. Al respecto un sabio explica que: *“Uno de los conocimientos más valioso que se está perdiendo es el respeto y cuidado al medio ambiente, hoy no se respeta como se debiese a la tierra”* (SM2; 34:15). Al respecto, un educador tradicional relata que: *“Los niños de hoy no conocen lo que es el respeto a la naturaleza, no saben cuidar lo que los rodea, eso se debiese enseñar en la escuela”* (ET1; 25:11). El testimonio releva que tanto el respeto y el cuidado al medio ambiente son valores fundamentales de la educación familiar mapuche, los que se han ido perdiendo y que, por lo tanto, es necesario revitalizarlos tanto a nivel escolar como familiar. En síntesis, el testimonio de sabios y educadores tradicionales permite identificar contenidos educativos centrados en la formación integral de la persona, a través de métodos propios de enseñanza, los cuales tienen una finalidad educativa que tributa al desarrollo de la persona en su medio natural, social y espiritual.

5. Discusión y Conclusión

Los resultados de investigación nos permiten constatar la problemática de la educación científica situada en territorios de diversidad social y cultural como lo es el territorio mapuche en La Araucanía. Estas problemáticas de la educación científica emergen de la descontextualización de saberes y conocimientos con la realidad social, cultural y territorial de los estudiantes, lo que limita ofrecer aprendizajes y situaciones nuevas que promuevan la motivación de estos para una relación con el saber científico. De este modo, la descontextualización de los saberes y conocimientos genera una fractura entre la cultura de origen de los estudiantes y la cultura científica que se enseña en la escuela. De esta manera, sostenemos que los saberes indígenas se constituyen en un modo mismo del conocer asociados a las ciencias de la vida, las ciencias físicas, las ciencias de la

tierra y del espacio susceptibles, de articular con la enseñanza del universo, el espacio físico y territorial desde un enfoque educativo intercultural (Lathoud, 2017). Sostenemos que la invisibilización de saberes y conocimientos propios mapuches para la enseñanza de la educación científica, podrían afectar la autoestima y promover una actitud negativa hacia la escuela producto de la negación de su propio saber. Asimismo, pudiese ser un factor que genere un rechazo al modo de pensar desde sus propios marcos epistémicos, lo que incidiría en la construcción de su identidad sociocultural al constatar que esta es negada en los procesos educativos. Sin embargo, desde el testimonio de nuestros participantes constatamos la posibilidad y los desafíos para la adquisición y construcción de saberes científicos, desde la incorporación del conocimiento indígena el que aporta con recursos, contenidos y métodos educativos que pudiese atenuar las problemáticas de descontextualización de los procesos de enseñanza y aprendizaje de la educación científica. Así por ejemplo, el carácter intergeneracional del conocimiento indígena se podría incorporar en la escuela a través de la invitación de miembros de la comunidad como sabios, educadores tradicionales y autoridades socio religiosas para compartir con los estudiantes saberes y experiencias educativas, vinculadas al medio ambiente que permitan enriquecer el saber científico. En esta perspectiva, por ejemplo, es posible de articular la comparación de la categorización científica biótico y abiótico con la categorización indígena de seres tangibles e intangibles. Aspecto de vital importancia para avanzar en un diálogo intercultural en la educación científica. Asimismo, dada la proximidad del saber indígena con el territorio es posible de vincularse a las fracturas contemporáneas de la salud, el tratamiento del medio y las enfermedades, la explotación del medio ambiente, para que desde el conocimiento indígena se promueva la observación como una habilidad científica, desde un aprendizaje experiencial situado en territorios de las comunidades indígenas (Lathoud, 2017). En suma, sostenemos que la incorporación de elementos epistemológicos de saberes indígenas, permiten el desarrollo de un pensamiento holístico y reflexivo con base a la realidad socio ecológica de niños y jóvenes indígenas, para aumentar el sentimiento de pertenencia a la comunidad y

el territorio, desarrollando, a la vez, la adquisición de competencias en materia de diálogo intercultural.

6. Referencias Bibliográficas

- Arias-Ortega, K., Quintriqueo, S. Valdebenito, V. (2018). Monoculturalidad en las prácticas pedagógicas en la formación inicial docente en La Araucanía, Chile.
- Arias-Ortega, K. (2019). Métodos y prácticas socioculturales mapuches en la escuela: desafíos de la relación educativa profesor mentor y educador tradicional.
- En Quintriqueo, S &D. Quilaqueo (Eds). Educación e Interculturalidad, (pp. 29-50). Temuco, Chile. Ediciones Universidad Católica de Temuco.
- Arias-Ortega, K. & Quintriqueo, S. (2021). Tensiones epistemológicas en la implementación de la Educación Intercultural Bilingüe. *Ensaio*, 29 (111). <https://doi.org/10.1590/S0104-40362020002802249>
- Bourdieu, P. (January, 1979). Symbolic Power. *Journal Critique Of Anthropology*. 4, 77. doi: [10.1177/0308275X7900401307](https://doi.org/10.1177/0308275X7900401307)
- Breidlid, A. (2012). Education, Indigenous Knowledges, and Development in the Global South: Contesting Knowledges for a Sustainable Future (1st ed.). Routledge. DOI: <https://doi.org/10.4324/9780203097922>
- Bolaños, & Tattay (2012) Bolaños, Graciela y Tattay, Libia, *La educación propia: una realidad de resistencia educativa y cultural de los pueblos*. Revista Educación y Ciudad, 22, 45-56. 2012
- Denzin & Lincoln (2018) Denzin, Norman; Lincoln, Yvonna y Smith, Linda, *Handbook of critical and indigenous methodologies*. London: Sage. 2008.
- Dietz, G. (2018) Educación intercultural: enfoques, campos y actores emergentes. Número monográfico de Sinéctica. *Revista Electrónica de Educación*, 50. Recuperado de: <https://sinectica.iteso.mx/index.php/SINECTICA/issue/view/52>

- Escobar (2014) Escobar, Arturo, *Sentipensar con la tierra. Nuevas lecturas sobre desarrollo, territorio y diferencia*. Medellín: Ediciones UNAULA. 2014.
- Instituto Nacional de Estadísticas (2018). Síntesis de resultados CENSO 2017. Santiago, Chile. Recuperado de: <http://www.censo2017.cl/descargas/home/sintesis-de-resultados-censo2017.pdf>
- Lathoud, I. (2017). Recherche partenariale et communication interculturelle: renouvellement des pratiques de parents immigrants et des intervenants du Centre de pédiatrie sociale de Saint-Laurent. *Commposite*, 19(3), 112-124.
- Molina y Tabarez (2014) Molina, Victor y Tabares, Fernando, Educación Propia. *Resistencia al modelo de homogeneización de los pueblos indígenas de Colombia*. Revista Latinoamericana, 13, (38), 149-172. 2014.
- Ministerio de Educación (2018). Bases curriculares. 7º básico a 2º medio. Santiago, Chile. Recuperado de: <https://media.mineduc.cl/wp-content/uploads/sites/28/2017/07/Bases-Curriculares-7º-básico-a-2º-medio.pdf>
- Parker, C. (1995), "Modernización y cultura indígena mapuche", ¿Modernización o sabiduría en tierra mapuche? Santiago, Chile. Ed. San Pablo-CERC.
- Piñacué, J.C. (2014). Pensamiento indígena, tensiones y academia. Tabula Rasa, (20), pp. 161-192
- Sartorello, S. (2021). Milpas Educativas: Entramados sacionaturales comunitarios para el buen vivir. *Revista mexicana de investigación educativa*, 26 (88), 283-309. Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmie/v26n88/1405-6666-rmie-26-88-283.pdf>
- Villarroel, V., Sanhueza-Estay, C. & Quintriqueo, S. (2022). Ontología relacional mapuche, conocimiento susceptible de articular al conocimiento escolar. Diálogos sobre educación. 25 (13). DOI: <https://doi.org/10.32870/dse.v0i25.1154>

CAPÍTULO 13

LA VISUALIZACIÓN DEL MOVIMIENTO DEL PLANETA Y LAS LEYES DE KEPLER MEDIANTE REALIDAD AUMENTADA

Cristian Merino¹ · Germán Ahumada¹
cristian.merino@pucv.cl · german.ahumada@pucv.cl

¹Centro de Investigación en Didáctica de las Ciencias y Educación STEM,
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile

Resumen: El presente capítulo tiene como propósito dar cuenta de las representaciones de los estudiantes sobre las leyes que gobiernan el movimiento de nuestro planeta alrededor del astro solar, por medio de una Secuencia de Enseñanza y Aprendizaje que aborda las Leyes de Kepler. La implementación de la Secuencia fue acompañada por imágenes con Realidad Aumentada utilizados mediante Tablets o Smartphones, promoviendo la capacidad de visualización. El análisis teórico del problema, su solución y análisis empírico fue a través Investigación Basada en el Diseño, donde se pretende recolectar información sobre los niveles de representación que presentan los estudiantes, y con ello se espera analizar el proceso de elaboración de sus dibujos en la medida que se acompaña el proceso de enseñanza y aprendizaje con recursos digitales. Se espera que la modelación en física sea una estrategia para que los estudiantes respondan a problemáticas cotidianas, mediante la coexistencia de los niveles de representación de la forma visual y en complemento con la redacción de las ideas. Para la generación de datos, se recurre a un test de entrada y salida, en conjunto a la implementación la secuencia. La muestra se compone de 64 estudiantes, de entre 13 y 14 años, provenientes de un Liceo particular de la Región de Valparaíso. Dentro de los principales resultados, se observa que los estudiantes progresan en los niveles establecidos en conjunto al aprendizaje del contenido con recursos digitales como es la Realidad Aumentada, y, por tanto, es una de las estrategias para el desarrollo de habilidades científicas, junto con el aprendizaje de contenidos disciplinares complejos de modelizar en el aula.

Palabras clave: Enseñanza de la física, Astronomía, Enseñanza multimedia

1. Introducción

El proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales, y en específico en el área de la enseñanza de la física para estudiantes de enseñanza básica y media, se caracteriza esencialmente por promover la interpretación de fenómenos

mediante entidades como vectores, gráficos entre otras estructuras que son invisibles ante la simple mirada de cualquier espectador. Es por ello que la modelización, como práctica científica permite representar situaciones de niveles microscópicos para la comprensión de fenómenos macroscópicos, originando mecanismos que dan respuestas mediante niveles de abstracción relacionadas con la disciplina, donde la construcción del conocimiento se formaliza mediante íconos, el uso del recurso verbal y escrito (Johnstone en Gilbert, 2008; Órdenes, Arellano, Jara y Merino, 2013; Contreras y González, 2014).

Considerando que gran parte de la enseñanza de la física se centra en la modelización de fenómenos del mundo y del espacio, los modelos usados para poder representar estas porciones del mundo son utilizados como recursos de uso público (como libros, videos de YouTube, televisión, aplicaciones móviles, entre otros), una forma de contribuir en la innovación del proceso de enseñanza y aprendizaje sería analizando los componentes ontológicos y epistemológicos que manifiestan estos instrumentos (Fombona, Pascual y Madeira, 2012). De esa forma se busca que se delimiten campos de trabajo en la física que requieran de atención en los niveles de representación y en la organización de los mismos para hilar procesos de explicación de las ideas científicas, debido a que una organización óptima de los recursos visuales en el proceso de enseñanza sería capaz de fomentar el mejoramiento de la capacidad de visualización en los estudiantes. Así, para Brooks (2009) considera el proceso de recepción de información, codificación y de presentación de información visual se forma a partir de imágenes que se encuentran en los medios. Promover el desarrollo de la capacidad visual, sería un avance en la modelización de explicaciones a fenómenos físicos, tanto como buscar organizaciones adecuadas de representaciones que favorezcan las oportunidades de aprendizaje.

Un ejemplo de modelización ampliamente empleado en la enseñanza de las ciencias naturales a nivel escolar es el movimiento de los planetas alrededor del sol y su descripción a través de las Leyes de Kepler. La literatura en el área de las

concepciones alternativas señala las complicaciones para los estudiantes más comunes como: a) la proporción de formas; b) el movimiento de un planeta en un planeta en la esfera celeste como una elipse; c) la creencia de que las órbitas planetarias alrededor del Sol son altamente elípticas; d) una mezcla de formas orbitales circulares y altamente elípticas; e) concepciones consistentes con la segunda y tercera ley del movimiento de Kepler, y la facilidad con la que estos modelos son adoptados por los estudiantes puede sugerir algunas formas de enseñar estos conceptos por analogía (Chun, Sahami y Denn, 2010).

Dado la connotación internacional, actualmente nuestro país se vuelto el centro para la observación de la bóveda celeste, el movimiento no solo de los planetas sino además el universo, es un tema ampliamente desarrollado en recursos educativos e instrumentos curriculares como son los libros de texto que publica el Ministerio de Educación (MINEDUC). Más ahora, la inclusión de recursos tecnológicos, desde la aplicación de smartphones son una estrategia para promover la organización de información en la organización de modelos, y los podemos encontrar una serie de aplicaciones disponibles en plataformas como GooglePlay, AppStore por ejemplo, o en páginas de Universidades reconocidas, como la Universidad de Colorado (Simuladores PhET).

Por tanto, el propósito de capítulo es dar a conocer la construcción de una Secuencia de Enseñanza y Aprendizaje (SEA), su implementación y trabajo con estudiantes y dar cuenta sobre la capacidad visual de los estudiantes, mediante la inclusión de Realidad Aumentada (RA). Nos interesa documentar y dar a conocer cómo los estudiantes son capaces de extraer la información de las imágenes que perciben, y situar sus aprendizajes desde niveles de organización que les ayude en los procesos de modelización de un fenómeno, evidenciado a través de sus dibujos para explicar el movimiento del planeta Tierra, las estaciones del año y el día y la noche. El trabajo a realizar por los estudiantes se llevara a cabo a través de ocho actividades presentes en la secuencia, donde la interacción con una aplicación en Tablet o Smartphones pretende contribuir en la práctica de modelizar en base a

conceptos teóricos como: a) que todos los planetas se desplazan alrededor del Sol describiendo órbitas elípticas. El Sol se encuentra en uno de los focos de la elipse; b) El radio vector que une un planeta y el Sol recorre áreas iguales en tiempos iguales, y; c) Para cualquier planeta, el cuadrado de su período orbital es directamente proporcional al cubo de la longitud del semieje mayor de su órbita elíptica

2. Marco de referencia

A continuación presentamos las ideas teóricas que orientan nuestro trabajo acerca de los procesos de modelización y de inclusión de tecnologías.

2.1 Modelización en ciencias: importancia en el desarrollo de las imágenes de fenómenos.

En la literatura especializada podemos encontrar distintas acepciones a la idea de modelización: 1) la modelización como progresión de modelos; 2) la modelización como práctica científica; 3) la modelización como competencia; 4) la modelización en su dimensión instrumental, y; 5) la modelización como estrategia de enseñanza (Oliva, 2019). En este capítulo nos aproximamos desde dos dimensiones: competencia e instrumental.

- *Dimensión competencial:* alude al tipo y nivel de desempeño que demanda la actividad de modelizar, algo que se viene acuñando bajo la denominación de competencia de modelización. Si bien esta dimensión es mucho más amplia en nuestro caso tomaremos la variante de autores como Kozma y Russell (1997) que consideran que la capacidad para moverse a través de distintas representaciones resulta en sí misma una definición operativa de la competencia de modelización, al constituir una actividad que aglutina a las demás a la cual caracterizan como visualización. La visualización, según la Real Academia Española (RAE) se define como la formación de una imagen visual en la mente de un concepto abstracto; como la imaginación de rasgos visibles de algo que no tiene a la vista (Real Academia Española, 2001). Esta definición sobre la

visualización se puede relacionar, como lo considera Gutiérrez (1991), con una actividad de manipulación de imágenes mentales o físicas, donde se desarrollan dos tipos de procesos, uno relacionado con la conversión de información abstracta y también la transformación de imágenes visuales en otras, y otro proceso relacionado con la comprensión y la interpretación de representaciones visuales para extraer la información que contienen (proceso inverso al anterior).

- *Dimensión instrumental:* dado la importancia de contar con recursos que han de acompañar el aprendizaje de modelos por parte de los estudiantes, los cuales hoy se consideran como apoyo de la modelización en la clase de ciencias, como dibujos, maquetas, modelos mecánicos, metáforas, analogías, simulaciones, experimentos mentales, etc. (Treagust y Harrison, 2000). Pero en la ciencia escolar, la mayoría de veces se presentan los modelos utilizando recursos e instrumentos retóricos que ayuden a su interiorización, o lo que es lo mismo, como «artefactos epistémicos» que ayudan a la creación y validación de modelos (Gilbert y Justi, 2016). Más allá de las simulaciones y animaciones digitales, y más recientemente la realidad virtual o aumentada, proporcionan una dimensión dinámica a los procesos de modelización, permitiendo ir más allá de la mera representación estática de sistemas o fenómenos (Merino, Pino, Meyer, Garrido y Gallardo, 2015).

2.2. Las consecuencias de no contar con capacidad de visualización en los estudiantes.

En el proceso de Enseñanza y Aprendizaje, la interacción entre docente y estudiante se realiza una comunicación activa, por lo que deben compartir el mismo lenguaje. Pero el lenguaje utilizado en la clase de ciencias, y en específico para el área de física es un lenguaje específico y diferente al utilizado en el lenguaje cotidiano. Por lo cual, las imágenes como símbolos forman parte de la explicación, la interpretación y el análisis de los casos en ciencias. Estos modelos de interacción entre docente y estudiantes forman parte de las clases de física, y constituyen un lenguaje simbólico que desempeñan un importante rol en el proceso de

visualización de entidades no visibles, como por ejemplo los vectores de las fuerzas que actúan sobre un cuerpo, entre otras (Nappa y Pandiella, 2013). Estas representaciones forman parte de un recurso para transmitir el conocimiento disciplinar, por lo que el docente a cargo de la enseñanza debe implementar los sistemas simbólicos más apropiados para ello, a modo de que los estudiantes conozcan el lenguaje visual propio y puedan interpretarlo. Manifestar la importancia en las lecturas de las imágenes para extraer información sobre fenómenos es una competencia completamente diferente a la interpretación escrita de textos escolares, y de esa forma se desarrollaría una estrategia alternativa para la enseñanza o el aprendizaje de fenómenos científicos (Matus, Benarroch y Perales, 2008; Gilbert y Boulter, 1998; Gilbert y Treagust, 2009; Gilbert, Bouter, Rutherford, 1998; Gilbert, 2006; Gilbert, Bulte, Astrid, Pilot, 2010).

Para que las imágenes tengan un rol importante en el aprendizaje es necesario que los docentes guíen a los estudiantes para que logren percibir ilustraciones, fotografía o imágenes de modelos mediante la atención, la exploración o la interpretación en el proceso óptico conducido por el estímulo al observar una imagen, y con ello lograr la actividad de la visualización y poder almacenar información. El enfoque de la observación en los estudiantes abre un universo cognitivo cuando se contempla una imagen, porque pese a que se puede adquirir algunas destrezas inconscientes para leer imágenes, las personas con poca experiencia se encuentran con problemas para llegar a comprender la información icónica. Esto indica que el lenguaje de las imágenes no es universal y requiere de una enseñanza explícita, y si se quiere que los estudiantes puedan obtener la mayor cantidad de información en los procesos de visualización, el docente debe desarrollar esas habilidades complementando el trabajo del contenido (Llorente, 2000).

2.3. Diseño de una secuencia para la enseñanza de las leyes de Kepler

El aprendizaje visto desde el paradigma de la cognición situada y desde la multidimensionalidad del proceso de aprendizaje, requiere de muchas variables

para que los estudiantes alcancen, de acuerdo a la visión constructivista de la enseñanza, momentos de aprendizaje efectivo (Méheut y Psillos, 2004; Leach, Hind, Lewis y Scott, 2001; Leach y Scott, 1995; Kabapinar, Leach y Scott, 2004; Psillos, 2004). Una forma de guiarlo es a través del ciclo del aprendizaje que explicita Sanmartí (2002), el cual se construye a partir de actividades que sean capaces de promover cuatro fases del proceso de la enseñanza y el aprendizaje, en un instrumento que se conoce como SEA. Las habilidades para trabajar el conocimiento en la SEA se desarrollan en forma lineal y consecutiva, conectados mediante el proceso de regulación docente y que se orientan a promover en los estudiantes el trabajo de ideas simples y concretas en las fases iniciales, y en medida gradual aumentar la complejidad y abstracción de los conceptos que se desean abordar, hasta alcanzar habilidades de abstracción elevadas en las ideas que explican un fenómeno.

Por otra parte, a modo de generar una definición más amplia y adecuada a las perspectivas de los autores, una definición de unidad didáctica sería una operacionalización de momentos por parte del docente, para que los estudiantes al ser partícipes del proceso en la implementación de las actividades, sean capaces de alcanzar el manejo de ideas complejas y abstractas para explicar un fenómeno cotidiano relacionado con la ciencia. Para desarrollar este trabajo, el docente debe ser capaz de tomar decisiones fundamentadas sobre la propuesta de enseñanza del fenómeno, ya que la SEA es una propuesta que hipotetiza una explicación para los contenidos orientados hacia la promoción del aprendizaje escolar para los estudiantes (Astudillo et al., 2011).

Para realizar la implementación de la SEA, es esencial que en la implementación de las actividades se representen compromisos y responsabilidades (tanto del docente, como de los apoderados y los estudiantes), la organización de un espacio físico de trabajo (como las salas de clases), el tiempo necesario para la implementación, además de considerar los materiales didácticos (como guías de texto, simuladores digitales, ilustraciones, entre otros) y referencias teóricas de las

actividades. Estas instancias en la implementación de una SEA requieren de una articulación coexistente entre la experiencia docente, la integración de las situaciones del contexto en que se desenvuelve el proceso de implementación, los progresos de cada actividad y los criterios de continuidad y profundización de las ideas del fenómeno, entre otras características de importancia (Astudillo et al., 2011).

2.4. Inclusión de Realidad Aumentada en la enseñanza de las ciencias

Una tecnología inmersiva que se han implementado en educación en los últimos 10 años es la Realidad Aumentada (RA), que es una forma de ampliar *“las imágenes de la realidad, a partir de su captura por la cámara de un equipo informático o dispositivo móvil avanzado que añade elementos virtuales para la creación de una realidad mixta a la que se le han sumado datos informáticos”*(Yu, Jin, Luo, Lai y Huang, 2010). El uso de RA en las actividades podrían promover capacidad de visualización accediendo a fenómenos en ciencias naturales no observables, proporcionando niveles de representación tanto aislados o en conjunto que mantendrían en coexistencia distintos niveles de modelización que otorgarían instancias para que se dé una explicación de fenómenos reales, se obtengan instancias de percepción visual donde se desarrolle la capacidad y se trabaje con los estudiantes los niveles de representación de información (Matus, Benarroch y Perales, 2008).

A pesar de los múltiples beneficios comprobados del uso de RA en entornos educativos, existen algunos problemas pendientes que deben abordarse para la enseñanza de las ciencias con esta tecnología. En especial es la falta de enfoques pedagógicos y didácticos al integrar las aplicaciones de realidad aumentada en las actividades de aprendizaje (aquí es donde estamos progresando como equipo). Este problema ha sido identificado por diferentes estudios, lo que indica que, en la mayoría de los casos, se usan aplicaciones de realidad aumentada sin considerar los aspectos científicos, didácticos y pedagógicos, lo que reduce la efectividad de las intervenciones (Garzón, 2021). Las aplicaciones educativas basadas en realidad

aumentada deben trascender los aspectos tecnológicos, ya que la tecnología por sí sola no asegura el éxito en el proceso de aprendizaje en ciencias. Por lo tanto, es necesario identificar qué enfoques son los más apropiados para cada entorno educativo, para emplear lo mejor de la realidad aumenta en educación científica, en especial para promover la visualización y la construcción de explicaciones por parte de nuestros estudiantes.

El objetivo general propuestos a compartir en el presente capítulo es: el diseñar, implementar y validar una SEA de Leyes de Kepler con Realidad Aumentada según una organización ontológica, didáctica y epistemológica de las ilustraciones para promover la capacidad visualización en estudiantes de 13-14 años. Los objetivos específicos: a) Identificar la organización de las ilustraciones en libros de textos escolares del Ministerio de Educación ocupados estos últimos años según los criterios epistemológicos, didácticos y del conocimiento de la disciplina de la química; b) Implementar las actividades de la SEA con apoyo de recursos tecnológicos como Smartphones y Tablets; c) Analizar desde los criterios de niveles de organización los dibujos de los estudiantes; d) Relacionar los niveles de organización de los dibujos con la capacidad de visualización que pudiesen desarrollar los estudiantes.

3. Metodología

Para elaborar la secuencia de aprendizaje sobre las leyes de Kepler, se recurrió a una perspectiva de Investigación Basada en el Diseño (Plomp, 2009), la cual propone tres fases de trabajo: análisis teórico del problema, diseño de la solución y análisis empírico del problema.

i) Análisis teórico del problema

La reflexión inicial sobre cómo presentar un nuevo diseño para la enseñanza de las leyes de Kepler, centrado en el aprendizaje del estudiante nos llevó a realizar

diferentes acciones. Como punto de partida, la selección de temas que aborda la SEA, se elaboró un cuestionario digital para conocer las apreciaciones de los docentes sobre los temas de física más complejos para enseñar, y que además en compañía de una narrativa con Realidad Aumentada, estos temas de interés tuvieran un alto potencial de impacto en los estudiantes al desarrollarlos en clases (Gilbert, Alfonso, 2014). De las 284 respuestas entregadas por los profesores de todo el país, los temas más relevantes para el área de física fueron: a) Fenómenos luminosos, como reflexión, refracción interferencia, b) Las ondas: características (amplitud, frecuencia, longitud de onda y velocidad de propagación, entre otras) y tipos (mecánicas, electromagnéticas, transversales, longitudinales), c) Luz: características y aplicaciones (lentes, telescopio, prismáticos, focos, entre otros), d) La recepción de ondas sonoras y luminosas (funcionamiento del oído y el ojo humano), e) Movimiento y conservación, (momento lineal, momentum), f) Gravitación universal de Newton, g) Leyes de Kepler y finalmente, h) Movimiento rectilíneo uniforme y acelerado de un objeto. Del presente ejercicio, se escogió las leyes de Kepler debido a que el contenido representa fenómenos macroscópicos, y por lo general se recurre a complementar el desarrollo de las ideas de los modelos con representaciones visuales como dibujos, como gráficos, como esquemas (Nappa y Pandiella, 2013).

Una vez seleccionado el contenido nocional a abordar, la siguiente etapa significó su presentación en textos escolares, con la finalidad de construir una perspectiva de cómo se organiza la información escrita e ilustrativa en libros proporcionados por el MINEDUC, empleando los siguientes criterios: homogeneidad, epistemológico y didáctico. Para el análisis se revisaron libros de texto del MINEDUC, en el área de Física. Para la revisión, se centraron dos objetivos de aprendizaje, del Objetivo de Aprendizaje de acuerdo al Programa de Estudios de Física, según MINEDUC (2005), corresponden a “*Explicar cualitativamente por medio de las leyes de Kepler y la de gravitación universal de Newton*” (OA14). Para el análisis de los textos, se recurrió a los criterios antes mencionados de epistemología, homogeneidad y didáctica, resumidos en la tabla 1.

Tabla 1. Resumen de los criterios de análisis para los libros de texto escolar.

Sigla	Criterio	Autor	Descripción
C1	Homogeneidad	Zabalza (2000)	Clasificación general de acuerdo a distribuciones que son Simple homogénea, Simple heterogénea, Compleja con alternativas, Compleja con retroactividad, Compleja con espiral y Compleja convergente.
C2	Función epistemológica	Bunge (2000)	Se describen las imágenes en forma particular, de acuerdo a cuatro eventos orientados en la Descripción, Explicación, Predicción y Acción.
C3	Función didáctica	Perales y Jiménez (2002)	Se describen las imágenes en forma particular, con eventos que se clasifican como Evocación, Definición, Aplicación, Descripción, Interpretación y Problematización.

El diseño de análisis para trabajar los datos extraídos por los instrumentos se basó en la operacionalización de las variables de acuerdo al sistema de probabilidades (P_x) descrito por Jiménez (2000) en Perales y Cañal. Los resultados de los análisis constituyeron información complementaria para la construcción de una SEA a partir de los objetivos de aprendizaje escogidos.

ii) Diseño de la solución

Una vez realizado el análisis de los insumos de la fase anterior, corresponde a el diseño de la secuencia construida a partir de los datos presentados por el análisis, tomó como base el ciclo de aprendizaje propuesto por Sanmartí (2002), esto es: a) Exploración de ideas previas; b) Introducción de nuevas perspectivas y variables; c) Estructuración de ideas, y d); Aplicación de las ideas a nuevos contextos. El objetivo principal de cada actividad es que los estudiantes sean capaces de dibujar las ideas desarrolladas en clases, con la finalidad de registrar eso datos y posteriormente analizarlos.

Tabla 2. Actividades propuestas

Actividad 1: Representación de las órbitas planetarias
Actividad 2: Las Elipses y sus parámetros

Actividad 3: ¿Qué tan elípticas son las órbitas planetarias?
Actividad 4: Velocidad de órbita
Actividad 5: Leyes 1 y 2 de Kepler

La secuencia construida se formalizó en un cuaderno de trabajo para el estudiante, disponible en formato impreso (también disponible en formato PDF en http://specto.pucv.cl/guias_estudiante/) que es complementado con una APK (del acrónimo del inglés Paquete de Información de Android) la cual está disponible en GooglePlay para Smartphones o Tablets con un sistema operacional Android 4.1 o superior, con la condición que las cámaras incorporadas en los dispositivos esten operativos (descarga directa en: <https://play.google.com/store/apps/details?id=cl.PUCV.SpectoKepler>). Cuando la aplicación está instalada y se carga, la APK responde a los códigos QR (del acrónimo en inglés que significa Código de Respuesta Rápida) presentes en el libro de trabajo para el estudiante. Si el estudiante apunta con la cámara del Smartphone al código QR disponible para la actividad, en la pantalla del Smartphone aparecerá material para visualizar como videos, animaciones, simulaciones, modelos representados en RA, según la actividad a trabajar.

Para desarrollar este recurso, se utilizó el Unity 3D 5.1. Unity, el cual permite desarrollar el ambiente, diseño, efectos de iluminación, programación de sonido, etc. Para la incorporación del RA, el SDK Vuforia fue utilizado en su versión 6. Ambos programas son gratuitos (sin fines comerciales). A diferencia de otras aplicaciones, SPECTO es capaz de realizar de las actividades escolares una experiencia interactiva con el cuaderno SPECTO, a modo de manipular los modelos representados con los dedos, generando instancias donde extraer.

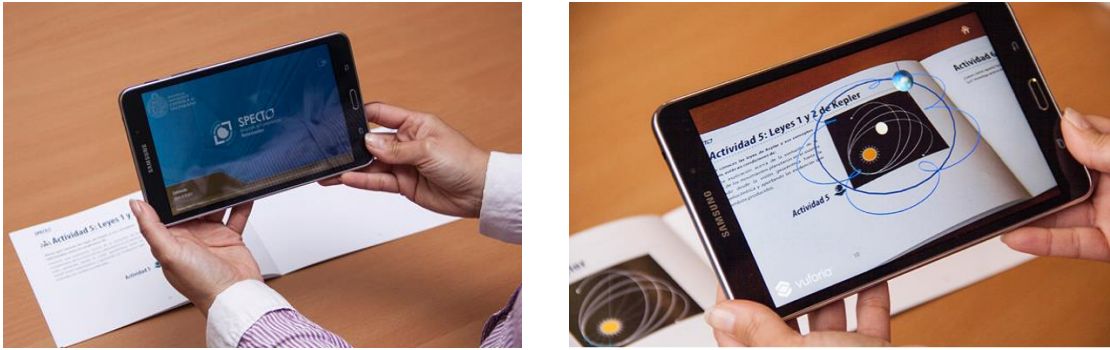


Figura 1. Cuaderno de trabajo y aplicación.

iii) Análisis empírico del problema

Una vez implementada la SEA, los dibujos de los estudiantes y las respuestas escritas fueron evaluados según la propuesta de Kozma-Rusell (2005), quienes presentan una jerarquización basada en niveles de representación y visualización en ciencias. De esta propuesta se realiza una adaptación al contenido de la secuencia, y con ello revisar las producciones estudiantiles.

Tabla 3. Niveles de competencia representacional (adaptado de Kozma-Rusell, 2005, citado en Gilbert, 2008)

Código	Niveles	Descripción
N1	Nivel 1 – Representación como una descripción	Al pedirle al estudiante que represente el movimiento de los planetas alrededor del sol, el estudiante genera representaciones del fenómeno basándose sólo en sus características físicas, esto es, la representación es descripción isomórfica, icónica del fenómeno a un solo punto temporal.
N2	Nivel 2 – Capacidades simbólicas primitivas	El estudiante explica el fenómeno de movimiento de los planetas alrededor del sol, dibujando líneas y adicionalmente incluye la variable, p.e. dispersión. Pero siempre a nivel macroscópico.
N3	Nivel 3 – Uso de sintáctico	El estudiante explica el fenómeno de movimiento de los planetas alrededor del sol incluye la variable traslación. Cambia de escala de nivel macro a micro para explicar

	representaciones formales.	posición, aunque las entidades de los procesos puede no ser interpretada correctamente desde el punto de vista científico. Adicionalmente es capaz de utilizar correctamente representaciones formales, pero se centra en la sintaxis de uso.
N4	Nivel 4 – Uso semántico de representaciones formales.	El estudiante explica el fenómeno de movimiento de los planetas alrededor del sol incluye la variable traslación. Cambia de escala de nivel macro a micro para explicar posición, aunque las entidades de los procesos puede no ser interpretada correctamente desde el punto de vista científico. Adicionalmente es capaz de utilizar correctamente representaciones formales, pero se centra en la sintaxis de uso. El estudiante usa representaciones para explicar el fenómeno, resolver un problema y hacer predicciones.
N5	Nivel 5 – Uso reflexivo	Resuelve una situación problema eligiendo una representación previa para explicar el fenómeno a un tercero. También incluye gráficos, ecuaciones o esquemas para expresar ideas complementarias o equivalentes. Es capaz de entender que los modelos usados son representaciones de la realidad basados en datos y/o conocimientos científicos anteriores. Discrimina tipos de representación dependiendo del contexto.

Para la operacionalización de las variables en estudios, las producciones de los estudiantes fueron revisadas y clasificadas acordes con los niveles descritos en la tabla 4. Considerado número total de estudiantes, se considera la variable [M] como la cantidad total de estudiantes. En cuanto a los niveles de Kozma-Rusell se representaron con la variable [N], los valores fluctuaron desde el 1 al 5, considerando el Nivel 1 (N1) como el nivel más simple de representación y como el Nivel 5 (N5) el nivel más complejo de representación.

Los niveles se contabilizaron con números naturales, comenzando con el valor de 1 para el nivel más básico y 5 para el nivel más complejo de visualización. Los niveles fueron validados por dos pares de expertos, mediante un criterio de estabilidad y reproductividad (índice de Kappa), según los criterios de análisis de Perales y Jiménez, (2002). El estudio estadístico determinó que para las dos parejas de observadores que realizaron el ejercicio de clasificación, los coeficientes Kappa fue 0,86 y 0,75 con lo cual se consideró satisfactorio el ejercicio. Sin embargo, las parejas evaluadoras, una vez analizado los post-test, se determinó que el índice de Kappa para las clasificaciones emitidas fue de 0,68, considerando el valor como aceptable.

iv) Los participantes

La muestra piloto corresponde a dos cursos de 1º año medio unos 70 estudiantes de entre 13-14 años, correspondientes a un colegio particular de la región de Valparaíso. Antes de la implementación, los estudiantes y apoderados fueron informados de la participación en el estudio, y firmaron carta de consentimiento informado, el cual resguarda su identidad e integridad.



Figura 2. Estudiantes desarrollando la actividad

4. Resultados y análisis

Para dar cuenta de los progresos de los estudiantes, se diseñó y aplicó un test de entrada antes de comenzar a trabajar en la actividad de la SEA SPECTO Leyes de Kepler, y un test de salida al finalizar la secuencia, se les indicó que dibujaran la siguiente situación:

Copérnico propuso que cada planeta se movía en una órbita circular a velocidad constante. Usando esta conjetura, Kepler procedió a calcular los movimientos de los planetas en el cielo. Sus posiciones calculadas casi satisfacían las observadas, pero no de forma exacta. En particular, Tycho Brahe, un noble danés que llevó la astronomía pre-telescópica a su mayor precisión, midiendo las posiciones de los planetas de una manera tan exacta como el ojo lo permite, había hecho (¡solo a simple vista!) algunas mediciones muy precisas de la posición de Marte, que diferían con las predicciones de ambos astrónomos, Tolomeo y Copérnico. Cuando Tycho muere, Kepler obtiene esas observaciones e intenta explicarlas. En 1609, el año mágico en el que Galileo posiciona su telescopio por vez primera hacia los cielos, Kepler vio, lo que piensa que puede ser la respuesta y publica sus primeras dos leyes sobre el movimiento planetario:

- *Los planetas se mueven a lo largo de elipses, con el Sol en un foco.*
- *La línea desde el Sol a los planetas cubre igual área en igual tiempo.*

Cada una de estas afirmaciones requiere de alguna explicación, ¿podrías imaginar, a través de un dibujo, lo que Kepler determinó con respecto al movimiento planetario en nuestro Sistema Solar?

Dado que no todos los estudiantes respondieron el test de entrada y el de salida la muestra final corresponde a M=64 pares de dibujos que apuntan a explicar del fenómeno presentado (lo que Kepler determinó con respecto al movimiento planetario en nuestro Sistema Solar). Tras clasificar los dibujos de los test de

entrada y de salida, la figura 3 sintetiza los dibujos acorde con su consignación a un nivel determinado.

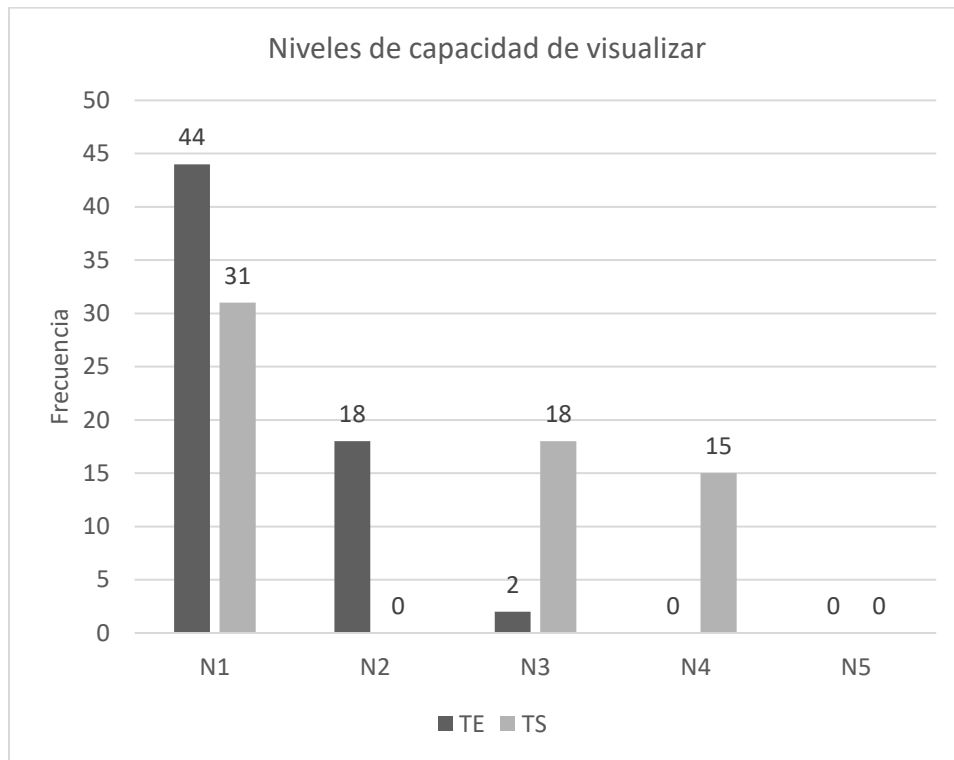
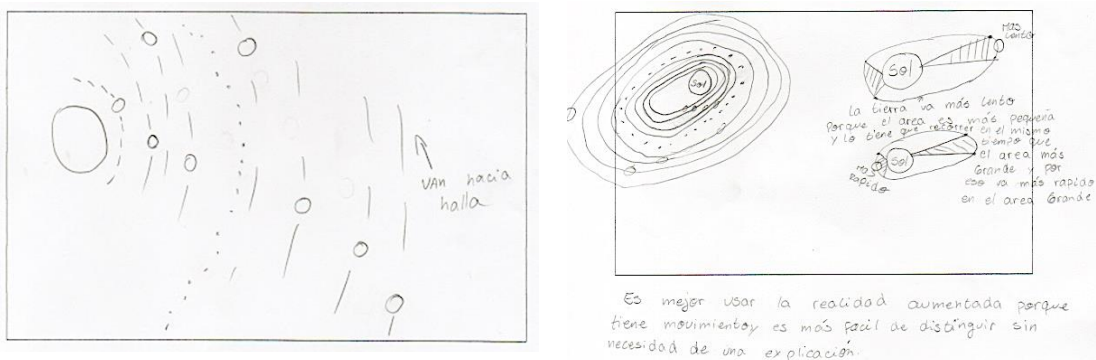


Figura 3. Distribución de frecuencias de los niveles de representación en test de entrada y salida.

La figura 3, muestra la distribución de los dibujos. En el test de entrada se observa que al pedirle al estudiante que represente el movimiento de los planetas alrededor del sol, gran parte de los estudiantes podemos situarlos entre los primeros niveles. El 69%(N1) de los estudiantes genera representaciones del fenómeno basándose sólo en sus características físicas, esto es, la representación es descripción isomórfica, icónica del fenómeno a un solo punto temporal del sistema solar (ver figura 4A). Mientras que un 28% (N2) El estudiante explica el fenómeno de movimiento de los planetas alrededor del sol, dibujando líneas y adicionalmente incluye la variable, p.e. distancia. Pero siempre a nivel macroscópico.

Posteriormente, tras revisar los test de salida, se observa un avance de los estudiantes, una reducción del 21% en el nivel 1 y un 28% en el nivel dos. Se

observa una transición del 28% hacia el nivel de representación N3, es decir, el estudiante explica el fenómeno de movimiento de los planetas alrededor del sol incluye la variable traslación. Cambia de escala de nivel macro a micro para explicar posición, aunque las entidades de los procesos puede no ser interpretada correctamente desde el punto de vista científico. Adicionalmente es capaz de utilizar correctamente representaciones formales, pero se centra en la sintaxis de uso. Finalmente, un 23% alcanza el N4, es decir adicionalmente de lo logrado en el nivel anterior, adicionalmente usa representaciones para explicar el fenómeno, resolver un problema y hacer predicciones. También se observa que los estudiantes fueron capaces de hacer coexistir en sus explicaciones información del mundo macroscópico con información del mundo microscópico (inclusive algunos con nivel simbólico), presentando en una primera instancia estudiantes que relevan la importancia de transitar en estos niveles para desarrollar ideas científicas, estrategia fundamental que deberían alcanzar los estudiantes en ciencias (Órdenes, Arellano, Jara y Merino, 2013).



A. Test de entrada

B. Test de salida

Figura 4. Ejemplos de representación de estudiante en test de entrada y salida.

Una vez implementada la SEA los estudiantes fueron capaces de atribuir representaciones no observables a los fenómenos trabajados en clases, e independiente si la simbología ocupada, alcanzaron un quinto de la muestra niveles de abstracción bastante altos (Kozma-Rusell, 2005), para ser una actividad implementada en 2 sesiones de clases. También disminuyó el porcentaje de dibujos asociados a descripciones gráficas de objetos reales para dar hincapié en la explicación de procesos o estados mediante ideas científicas y modelos de

fenómenos no observables, fomentando así que los estudiantes hayan trasladado sus respuestas de un nivel macroscópico a un nivel microscópico, y de esa forma aumentar el nivel de abstracción de las respuestas (Johnstone en Gilbert, 2008; Órdenes, Arellano, Jara y Merino, 2013; Contreras y González, 2014). Este comportamiento es posible relacionarlo con la implementación de actividades con soporte en tecnologías inmersivas como la realidad aumentada, donde la intervención del estudiante en guías acompañadas con RA (desarrolladas con tablets en clases), impactaron en los estudiantes de tal forma que se refleja en los tipos de respuestas encontradas, ya que los estudiantes fueron capaces de hacer coexistir en sus respuestas modelos macroscópicos del fenómeno, manejando distintos niveles de representación para dar explicación al fenómeno (Brooks, 2009; Matus, Benarroch y Perales, 2008).

5. Conclusiones

De acuerdo a la implementación de la SEA en colaboración a las actividades con realidad aumentada observamos como primera aproximación que los estudiantes logran progresar desde nociones descriptivas del sistema solar, hacia nociones con mayor carga sintáctico y semántica en la explicación de los fenómenos relacionados con la esfera celeste. Debemos señalar que la implementación al realizarla en un solo periodo lectivo, tiene la carga del contexto y de otros insumos en la enseñanza de la ciencias naturales, en especial de la clase de física. Por tanto, se requiere seguir trabajando en esta línea implementando más secuencias con realidad aumentada con el estudio de más fenómenos y con ello poder trazar si existe o no transferencia de lo visualizado hacia otros fenómenos de la física. En particular, avanzar hacia el estudio de las preconcepciones y cómo la Realidad Aumentada las puede interpelar como parte del proceso de aprendizaje. Esta pregunta nos queda pendiente por responder.

A pesar de los múltiples beneficios comprobados del uso de realidad aumentada en entornos educativos (Garzón, 2021), existen algunos problemas pendientes que deben abordarse para la enseñanza de las ciencias naturales con esta tecnología.

En especial es la falta de enfoques pedagógicos y didácticos al integrar las aplicaciones de realidad aumentada en las actividades de aprendizaje y tal vez aquí es donde estamos progresando y avanzado como grupo de investigación. Este problema ha sido identificado por diferentes estudios, lo que indica que, en la mayoría de los casos, se usan aplicaciones de realidad aumentada sin considerar los aspectos científicos, didácticos y pedagógicos, lo que reduce la efectividad de las intervenciones. Las aplicaciones educativas basadas en realidad aumentada deben trascender los aspectos tecnológicos, ya que la tecnología por sí sola no asegura el éxito en el proceso de aprendizaje en ciencias.

Por lo tanto, es necesario identificar qué enfoques son los más apropiados para cada entorno educativo, para emplear lo mejor de la realidad aumentada en educación científica, en especial para promover la visualización y la construcción de explicaciones por parte de nuestros estudiantes.

Agradecimientos:

Proyectos Fondecyt 1150659, 1211092 y 11220317, Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID).

6. Referencias Bibliográficas

- Brooks, M. (2009). Drawing, visualisation and young children's exploration of "bid ideas". *International Journal of Science Education*, 31(3), 319-341.
- Bunge, M. (2000). *La investigación Científica: Su estrategia y su filosofía*. México: Siglo XXI editores.
- Chun, K., Sahami, G., Denn, G. (2010). Student Ideas about Kepler's Laws and Planetary Orbital Motions. *Astronomy Education Review*, 9(1). doi:10.3847/AER2009069.
- Elliott, J. (1990). *La investigación-acción en educación*, Madrid: Morata

- Gilbert, J. K. and A. Afonso (2014). Visualizations in Popular Books About Chemistry. Science Teachers' Use of Visual Representations. B. Eilam and K. J. Gilbert. Cham, Springer International Publishing: 227-245.
- Gilbert, John K., Bulte, Astrid M. W., & Pilot, Albert. (2010). Concept Development and Transfer in Context-Based Science Education. *International Journal of Science Education*, 33(6), 817-837.
- Gilbert, J., & Treagust, D. (2009). Multiple representations in chemical education, models and modeling in science education. New York: Springer.
- Gilbert, John K. (2008). Visualization: An Emergent Field of Practice and Enquiry in Science Education. In J. K. Gilbert, M. Reiner & M. Nakhleh (Eds.), *Visualization: Theory and Practice in Science Education* (pp. 3-24). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Gilbert, John K. (2006). On the Nature of "Context" in Chemical Education. *International Journal of Science Education*, 28(9), 957-976. doi: 10.1080/09500690600702470
- Gilbert, J., Boulter, C., Rutherford, M. (1998). Models in explanations, Part 2: Whose voice? Whose ears? *International Journal of Science Education*, 20(2), 187-203.
- Gilbert, J K., Boulter, C. J. (1998). Learning science through models and modelling. In B. J. Fraser, Tobin, K. G. (Ed.), *International handbook of Science Education, Part 1* (pp. 53-66). Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Press.
- Gilbert, J., Boulter, C. (1995). The role of models and modelling in some narratives of science learning. Paper presented at the Annual Meeting of the American Education Research Association (AERA), San Francisco, April 1995.
- Gutiérrez, A. (1991). Procesos y habilidades en visualización espacial. *Memorias del 3er Congreso internacional sobre investigación en Educación Matemática*, Valencia, España.
- Jiménez, J. (2000). El análisis de los libros de texto. En: Perales, F. Cañal, P. *Didáctica de las ciencias experimentales: Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. Alcoy: Marfil, España.

- Kabapinar, F., Leach, J., Scott, P. (2004). The design and evaluation of a teaching-learning sequence addressing the solubility concept with Turkish secondary school students. *International Journal of Science Education*, 26(5), 635-652.
- Kosma, R., Russell, J. (2005). Students becoming chemists: Developing representational competence. In: J.K. Gilbert (ed.), *Visualization in Science Education* (pp. 121–145). Dordrecht: Springer.
- Leach, J., Scott, P. (2002). Designing and evaluation science teaching sequences: An approach drawing upon the concept of learning demand and a social constructivist perspective on learning. *Studies in Science Education*, 38, 115-142.
- Llorente, E. (2000). Imágenes en la enseñanza. *Revista de Psicodidáctica*, nº 9, pp. 119-135.
- Méheut, Martine, y Psillos, Dimitris. (2004). Teaching-Learning sequences: aims and tools for science education research. *International Journal of Science Education*, 26(5), 515-535. doi: 10.1080/09500690310001614762
- Nappa, Nora. Pandiella, Susana. (2013). Construcción de modelos atómicos a través de simulaciones. *Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, nº 43, pp. 1-18.
- Oliva, JM (2019). Distintas acepciones para la idea de modelización en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*: 37 (2), 5-24.
- Perales, F. Jiménez, J. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. *Análisis de libros de texto. Enseñanza de las ciencias*, 369-386.
- Plomp, T. (2009). *Educational Design Research: an Introduction*. In T. Plomp & N. Poblete, J. C., Rojas, R. O., Merino, C., y Quiroz, W. (2016). An ontological and epistemological analysis of the presentation of the first law of thermodynamics in school and university textbooks. *Chemistry Education Research and Practice*.
- Psillos, D. (2004). An epistemological analysis of the evolution of didactical activities in teaching learning sequences: the case of fluids. *International Journal of Science Education*, 26(5), 555-578.

- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las Ciencias en la Educación Secundaria*. Madrid: Síntesis.
- Spinelli Barria, M., Morales, C., Merino, C., y Quiroz, W. (2016). Realist ontology and natural processes: a semantic tool to analyze the presentation of the osmosis concept in science texts. *Chemistry Education Research and Practice*.
- Stake, R. (1983). La evaluación de programas; en especial la evaluación de réplica. En W. B. Dockrell y D. Hamilton (eds.) *Nuevas reflexiones sobre la investigación educativa*. Madrid: Narcea.
- Stake, R. (1967) The countenance of educational evaluation. *Teacher Colleague Record*, 68 (7), 523-540.
- Sweller, J., (1998). Cognitive load during problem solving: Effects on learning, *Cognitive Science*, 12, 257-285.
- Treagust, D. F. y Harrison, A. G. (2000). In search of explanatory frameworks: An analysis of Richard Feynman's lecture 'atoms in motion'. *International Journal of Science Education*, 22(11), 1157-1170.
- Yu, D, Jin, J, Luo, S, Lai, W, y Huang, Q. (2010). A Useful Visualization Technique: A Literature Review for Augmented Reality and its Application, limitation & future direction. In M. Huang, Q. Nguyen & K. Zhang (Eds.), *Visual Information Communication* (pp. 311-337). New York: Springer.
- Zabalza, M.A. (2000). *Diseño y desarrollo curricular*. Madrid Narcea.

Sobre los autores

Piñones César: Educador y observador de aves en Illapel, valle del Choapa, Chile. Miembro del directorio de la Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile (ROC) y socio de la Sociedad Chilena de Educación Científica (SChEC). Profesor de Biología y Ciencias Naturales y Licenciado en Educación por la Universidad de La Serena. Magister en Educación Ambiental por la Universidad de Playa Ancha. Actualmente estudiante de la Especialización en Educación en Ciencias Naturales de la Universidad de San Andrés. Docente interesado en vincular la ciencia escolar con la ciencia ciudadana en ornitología, junto con la protección del Sitio Ramsar Las Salinas de Huentelauquén.

Garrido Matías: Cirujano-científico, artista y observador de aves. Formado como Médico Cirujano en la Universidad de Santiago de Chile, hizo su especialidad de Cirugía Pediátrica en la Universidad de Valparaíso y luego su MSc en Biología Celular y Molecular en la misma casa de estudios. Actualmente se encuentra realizando un PhD en University College London. Ligado a la Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile (ROC), ha participado en la elaboración de numerosos artículos científicos y capítulos de libro sobre las aves de Chile.

Ibacache Marjorie: Profesora de estado en química y ciencias naturales, egresada de la universidad de la serena el año 2012, magister en didáctica de las ciencias experimentales de la PUCV en el año 2019. Con una trayectoria de 10 años en educación municipal en la ciudad de Ovalle en el establecimiento educacional Colegio Raúl Silva Henríquez el cual imparte las especialidades de Explotación Minera y Química Industrial con mención en laboratorio químico. Desde el 2012 a la fecha he sido profesora asesora de la academia de ciencias del colegio obtenidos en tres oportunidades cupos para participar en instancias nacionales.

Aguilera Magdalena: Profesora de Educación Básica, Orientadora, Máster en resolución de conflictos, mención Mediación escolar y familiar, Doctora en Ciencias de la Educación, mención Ed. Intercultural; Universidad de Santiago de Chile, Chile.

Castro Sandra: Educadora de Párvulos, Dra. en Educación. Académica Depto. Formación Inicial Docente, Facultad de Ciencias de la Educación, UCM- Chile.

Garrido Lorena: Educadora de Párvulos, Mg. En Educación mención currículo. Estudiante de Doctorado UBO. Miembro de Redfforma, SChEC y RADICE, Académica Depto. Formación Inicial Docente, Facultad de Ciencias de la Educación, UCM- Chile.

Aguilar Cristian: Profesor de Educación Básica, Dr. En Educación. Miembro de RADICE, Académico Depto. Formación Inicial Docente, Facultad de Ciencias de la Educación, UCM- Chile.

Álvarez Consuelo: Licenciada/Profesora de Estado de Física y Matemática de la Universidad de Santiago de Chile.

Arenas María José: Licenciada/Profesora de Estado de Física y Matemática de la Universidad de Santiago de Chile.

Alfaro Javier: Licenciado/ Profesor de Estado de Física y Matemática de la Universidad de Santiago de Chile.

Medina Daniela: Profesora de Estado en Biología y Ciencias, Licenciada en Educación y Pedagogía en Biología y Ciencias. Magíster en Investigación en Didácticas de las Matemáticas y de las Ciencias, Universidad Autónoma de Barcelona. Académica docente Departamento de Física Universidad de Santiago de Chile.

Saavedra María Soledad: Antropóloga, Licenciada en Antropología Social. Académica docente Departamento de Física Universidad de Santiago de Chile.

Ravanal Eduardo: Licenciado en Ciencias Biológicas (Pontificia Universidad Católica de Chile), Profesor de Biología y Ciencias Naturales (Universidad Mayor) y Doctor en Educación (Universidad Academia de Humanismo Cristiano). Enseñó Biología a niños, niñas y jóvenes de 7° a 4° año de Enseñanza Media durante 17 años. Lleva un poco más de 20 años trabajando en la formación inicial y continua de profesores y profesoras de Educación Básica y Biología. Profesor invitado en programas de Magíster y Doctorado en Didáctica de las Ciencias en Chile y Colombia. Su trabajo investigativo está relacionado con la actividad cognitiva del profesorado sobre la preparación y enseñanza de Biología reconociendo el valor del conocimiento profesional especializado en contextos de desarrollo profesional. Actualmente es académico investigador de la Universidad Santo Tomás y Director de la Fundación Ciencia & Enseñanza, www.cienciayensenanza.com

Navarro Marianela: Es académica e investigadora de la Facultad de Educación de la Universidad de Los Andes. Estudió Biología Celular en la Universidad Paris VII (Francia) y luego Pedagogía en Biología en la Pontificia Universidad Católica de Chile. Realizó un Magíster en Evaluación y un Doctorado en Ciencias de la Educación en la Pontificia Universidad Católica de Chile. Ha participado en diversos proyectos de investigación vinculados a la enseñanza de la ciencia, la formación inicial y las competencias de los profesores en el ámbito de la evaluación de los aprendizajes. Actualmente participa en diversos proyectos de investigación relacionados con brechas de género en el área STEM.

Icekson Gabriel: es profesor en las líneas de didáctica de las ciencias naturales y de docencia aplicada de la carrera de pedagogía básica en la Universidad de los Andes. Estudió Licenciatura en Ciencias mención Biología en la Universidad de Chile y realizó un Magíster en Didáctica de las Ciencias Experimentales en la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Se ha desempeñado como docente a nivel escolar y ha impartido cursos de ciencias naturales en otras universidades nacionales.

Sánchez María Trinidad: es académica de la Facultad de Educación de la Universidad de Los Andes. Estudió Biología en la Pontificia Universidad Católica de Chile y luego Pedagogía en Biología en la misma universidad. Realizó un Doctorado en Ciencias Biológicas, con mención en Fisiología en la Pontificia Universidad Católica de Chile. Ha trabajado en formación inicial docente en el área de didáctica de las ciencias, y en formación continua de manera interdisciplinaria con la facultad de Ingeniería en la creación de un Diplomado en Educación STEM para Educación Parvularia, Básica y Media, del que actualmente es codirectora.

Moreira Patricia: Es Assistant Research Scientist en la Universidad de Arizona, Estados Unidos. Es Profesora en Ciencias Naturales y Química de la Universidad de Concepción. Realizó un Magíster en Química en la Universidad de Santiago de Chile y obtuvo el grado de Doctora en Ciencias de la Educación en la Pontificia Universidad Católica de Chile. Fue profesora de educación básica y media en el sistema escolar chileno y ha participado en diversos proyectos de investigación en el área de didáctica de las ciencias naturales.

Yeomans Christine: Es académica y directora de Didáctica de la Facultad de Educación de la Universidad de los Andes. Es profesora de Historia, Geografía y Educación Cívica de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Realizó su Magíster en Aprendizaje Efectivo en el Institute of Education en Londres. Ha trabajado como docente y ha ejercido cargos directivos en colegios en Chile, Malasia y Reino Unido. Actualmente participa en formación inicial docente en el área de didáctica de la Historia y Ciencias Sociales.

Severino-Cabrera, Carolina: Profesora de Biología y Ciencias, Mg. (c) en Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Playa Ancha.

Sánchez-Segura, Ximena: Socióloga, Mg. Ciencias Sociales, Universidad de Playa Ancha.

Araya-Crisostomo Sandra: Es profesora de Biología, Magíster en Didáctica de las Ciencias Experimentales y docente de la Universidad Católica del Maule.

Juan Luis Guevara: Es Licenciado en Química, Doctor en Química y académico de la Universidad Católica del Maule.

Pérez María Elizabeth: Es profesora de Biología y Ciencias, Magíster en Didáctica de las Ciencias Experimentales y docente de la Universidad Católica del Maule.

Monsalve Clargina: Licenciada en Educación, mención Filosofía, IUSPO-Venezuela; Postítulo Primer ciclo del Doctorado en Filosofía, Pontificia Universidad Salesiana de Roma; Especialista en Derechos Humanos, UCV-Venezuela; Diplomada en Pedagogía para la Inclusión del Niño(a) y Adolescente en situación de Enfermedad, UCAB-Venezuela, Master Internacional en Neuropsicología Infantil y Adolescente, Grupo Esneca y Universidad de Cuyo (España-Argentina), actualmente forma parte del Grupo de Investigación en Pedagogía Hospitalaria de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE) como asesora internacional.

Ossandón Bárbara: Profesora de Estado de Pedagogía en Física y Matemática, Pontificia Universidad Católica de Chile; Licenciada en Física, Universidad Complutense de Madrid, España; Magíster en Investigación Educativa, Universidad Academia Humanismo Cristiano.

Arias Dánae: Estudiante-memorista de Pedagogía en Física y Matemática, Universidad de Santiago de Chile.

Villegas Camila: Estudiante-memorista de Pedagogía en Física y Matemática, Universidad de Santiago de Chile.

Abarca Gonzalo: Educador Diferencial mención Retardo Mental, Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación, UMCE, Santiago, Chile.

Quiceno Yesenia: Docente de cátedra e investigadora, Doctora © en Educación, Magíster en educación en Ciencias Naturales y Licenciada en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación ambiental; Universidad de Antioquia.

Iturbe-Sarunic Catalina: Académica Centro de Docencia Superior en Ciencias Básicas, Universidad Austral de Chile Sede Puerto Montt, Doctora © en Didáctica de las Ciencias, Magíster en Enseñanza de las Ciencias, Profesora de Química.

Villarroel-Cárdenas Viviana: Estudiante de Doctorado en Educación, Facultad de Educación, Universidad Católica de Temuco.

Arias-Ortega Katerin: Profesora Asociada de la Universidad Católica de Temuco. Doctora en Ciencias de la Educación.

Merino Cristian: es Licenciado en Educación y Profesor de Química y Ciencias Naturales por la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso y Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales por la Universidad Autónoma de Barcelona. Es docente e investigador en Enseñanza de la Química, en diferentes niveles educativos en el Instituto de Química de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (Chile).

Ahumada Germán: es Licenciado en Física, Profesor de Física y Magister en Educación, Mención Currículum por la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Actualmente es Jefe de Docencia y Profesor e investigador en Educación de la Física en el Instituto de Física de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso y dicta un curso de Física de Profundización en el Liceo José Cortés Brown de Viña del Mar. Participa en el Comité de Área de Educación Media de la Comisión Nacional de Acreditación.

OEI

Organización de Estados
Iberoamericanos

Organização de Estados
Ibero-americanos

