

INVESTIGACIONES

## Desarrollo de una propuesta de integración de Matemática y Ciencias Naturales en la Formación Inicial Docente

### Development of a proposal for the integration of Mathematics and Science in Initial Teacher Training

*Catalina Iturbe-Saruni<sup>a</sup>, Marcela Silva-Hormazábal<sup>b</sup>*

<sup>a</sup>Centro de Docencia Superior en Ciencias Básicas, Universidad Austral de Chile, Sede Puerto Montt.  
catalina.iturbe@uach.cl

<sup>b</sup>Instituto de Especialidades Pedagógicas, Universidad Austral de Chile, Sede Puerto Montt.  
marcela.silva@uach.cl

#### RESUMEN

La sociedad actual demanda una educación que responda a las problemáticas globales que emergen día a día, muchas imposibles de predecir. En este sentido, se apunta hacia una formación del profesorado en torno al desarrollo de competencias para enfrentarse integralmente a múltiples desafíos en sus vidas profesionales. Mirando hacia este horizonte, el presente estudio implementa una propuesta de adecuación curricular en programas de dos asignaturas de una carrera de pedagogía con un enfoque interdisciplinar–colaborativo, a través de la co-docencia mediante una investigación–acción de las propias prácticas. Las evidencias de los aprendizajes del estudiantado dan cuenta de la incorporación de percepciones de la integración disciplinar que van complejizándose progresivamente y el desarrollo de competencias, así también una positiva evaluación de la co-docencia. Finalmente se recomiendan acciones para los programas de formación inicial docente, para promover de visiones de la enseñanza y aprendizaje adecuadas a los desafíos educativos del siglo XXI.

*Palabras clave:* Integración disciplinar, co-docencia, Formación inicial docente, Competencias profesionales docentes.

#### ABSTRACT

Actual society demands an education that responds to the global problems that emerge every day, many of them impossible to predict. In this sense, we aim towards teacher training programs that develop competencies, allowing prospective teachers to face integrally the multiple challenges in their professional lives. Looking to this horizon, in this research a proposal of curricular adequation is implemented in the syllabus of two teacher training program's courses with an interdisciplinary-collaborative approach through co-teaching in an educational action research of the teaching practice. Learning evidence shows the incorporation of perceptions of disciplinary integration that become progressively more complex and the development of professional teaching competencies, and also the positive evaluation of the co-teaching. Finally, there are actions recommended for the teacher training programs, to promote visions of teaching and learning adequate to the 21st century educational challenges.

*Key words:* Disciplinary integration, co-teaching, Teacher training, Teacher professional competences.

## 1. INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente la formación docente para primaria en Chile organiza e imparte sus asignaturas de manera fragmentada, sin embargo, el actual modelo de formación por competencias impulsa a reformular estas prácticas apelando a desarrollar en los futuros profesores competencias profesionales. El cambio de paradigma en la educación hacia un enfoque basado en competencias, se instaura a partir de la declaración de Bolonia en el año 1999, suscrita en Europa por los Ministros de Educación. Por otro lado, el Proyecto Tuning para Latinoamérica entre 2004 y 2007 estableció lineamientos para la formación universitaria relacionados con la definición de ciertas competencias para áreas del conocimiento, así como competencias genéricas transversales a la acción de un profesional en la sociedad, lo cual es incorporado en los modelos educativos de las instituciones de educación superior, como es el caso del Modelo Educativo y Enfoque Curricular de la Universidad Austral de Chile (2007).

Este estudio se sitúa en la formación docente para primaria con bimensión en Matemática y Ciencias Naturales; a partir de este contexto, se levanta la necesidad de promover espacios de formación que permitan la construcción de un perfil profesional más integral y adecuado a las necesidades actuales del sistema educativo, así como también pertinente a la formación por competencias vigente en el contexto universitario. A partir de ello surge la cuestión de cómo desarrollar competencias profesionales docentes a partir de propuestas formativas que desarrollen el pensamiento interdisciplinario. Con esto, se plantea como objetivo general de la investigación diseñar e implementar una propuesta didáctica para la formación del profesorado de enseñanza básica en Matemática y Ciencias Naturales centrada en el desarrollo de competencias profesionales mediante la re- y co-construcción de saberes disciplinares integrados en el aula, a través de un trabajo de co-docencia. De manera específica se propone evaluar la competencia del futuro profesor para enfrentarse a diversos contextos y problemáticas educativas y evaluar las competencias del futuro profesor para crear conexiones que favorezcan la contextualización de los aprendizajes.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. FORMACIÓN EN COMPETENCIAS

Por mucho tiempo la tradición docente estuvo centrada en la transferencia unidireccional de conocimientos, no obstante, este escenario actualmente resulta totalmente insuficiente e incluso inaceptable. En relación con aquello, el ejercicio de la profesión docente requiere desarrollar habilidades complejas, actitudes y valores, con el propósito de una formación competencial de los estudiantes (Castro *et al.*, 2017).

En el escenario actual, las casas de estudio que forman al profesorado tienen el desafío y responsabilidad de preparar docentes capaces de enfrentarse a problemáticas difíciles de predecir e incluso a tecnologías que aún no existen. Considerando esta premisa es imperativo diseñar e implementar propuestas que desarrollen en los futuros profesores las competencias que le permitan enfrentarse a los retos del futuro, a través de procesos educativos de calidad (Orealc/Unesco, 2017).

Para el ámbito universitario, Cano (2008) define competencia como un saber combinatorio que se construye “a partir de la secuencia de las actividades de aprendizaje que movilizan múltiples conocimientos especializados” (p. 5) donde el estudiante es protagonista. Asimismo, Perrenoud (2004) define las competencias como la “capacidad de movilizar varios recursos cognitivos para hacer frente a un tipo de situaciones.” (p. 11), indicando que las competencias no son conocimientos, sino que los orquestan y en ese caso, es relevante considerar que se movilizan conocimientos, actitudes y habilidades, y otros esquemas de actuación.

En el mismo orden de ideas, es relevante considerar que los programas de formación inicial docente (FID), deben incluir el desarrollo de competencias relacionadas con: el proceso de enseñanza y aprendizaje, el apoyo a las necesidades sociales y afectivas, el ser parte de una organización mediante el trabajo con la comunidad, y los desafíos profesionales (Gairín, 2011). En concordancia con esto, Pavié (2011) define competencia profesional docente como “aquel grupo de conocimientos, técnicas de enseñanza y rasgos personales que, mediante su aplicación y transferencia oportuna, le permite al profesor mejorar la calidad del aprendizaje de sus alumnos en un ámbito específico del saber.” (p. 78).

Si bien existen diversos autores que aportan en la línea de desarrollo de competencias, se ha considerado para este estudio el marco referencial aportado por Jofré (2010), a causa de las similitudes presentes entre las 4 metacompetencias presentadas por el autor y el Marco para la Buena Enseñanza (MBE), documento oficial en Chile (CPEIP, 2008) que orienta tanto la política de fortalecimiento de la profesión docente, como el diseño de los programas de formación inicial y de desarrollo profesional del profesorado.

De esta manera se distinguen las 4 metacompetencias aportadas por Jofré (2010), que están en constante diálogo con el contexto y las funciones propias de la profesión docente:

- a) **Técnicas:** saberes disciplinares que debe poseer un docente para su quehacer pedagógico, además de conocimientos de técnicas que le permiten motivar a sus estudiantes. Esta metacompetencia se relaciona con el dominio A del MBE *Preparación de la Enseñanza*.
- b) **Metodológicas:** permite que el profesor pueda entablar conexiones entre el aprendizaje y la realidad del estudiante. Asimismo, fomentar las prácticas reflexivas y de autoevaluación en los alumnos. Esta metacompetencia se relaciona con los dominios B y C del MBE, *Creación de un ambiente propicio para el aprendizaje y Enseñanza para el aprendizaje de todos los estudiantes*, respectivamente.
- c) **Sociales:** competencia que deben poseer los maestros para poder entablar prácticas de trabajo colaborativo entre pares, así como en la elaboración, implementación y evaluación de proyectos dentro de las unidades educativas. Por otra parte, a la mirada que tiene el profesor en un proceso de aprendizaje centrado en el estudiante. Esta metacompetencia se relaciona con el dominio D del MBE *Responsabilidades profesionales*.
- d) **Personales:** relacionadas con la ética y responsabilidades docentes dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje. De esta manera, el profesor será capaz tanto de reconocer las potencialidades de los educandos, como de asumir y evaluar su propia responsabilidad dentro del proceso de aprendizaje de los alumnos. Esta metacompetencia se relaciona con el dominio D del MBE *Responsabilidades profesionales*.

Considerando los aportes de Jofré (2010), el MBE (CPEIP, 2008) y los requerimientos de una formación universitaria del siglo XXI, se plantea la necesidad de generar condiciones adecuadas para fomentar un aprendizaje más centrado en el estudiante, usando métodos de enseñanza innovadores, formando a ciudadanos críticos y activos, dispuestos a poner su conocimiento al servicio de la sociedad (Santos *et al.*, 2017). Aportan a este planteamiento Martínez y Prats (2018), quienes destacan algunas medidas a considerar por los docentes universitarios en sus prácticas metodológicas, tales como el aprendizaje colaborativo, desarrollar la competencia de aprender a aprender y la investigación como centro del aprendizaje.

No obstante, a partir del enfoque por competencias, es imposible continuar con las mismas evaluaciones de lápiz y papel, y se requieren variados instrumentos evaluativos (Cano, 2008). Por consiguiente, es relevante que la evaluación sea para el aprendizaje y permita desarrollar la metacognición (Sanmartí, 2007). En consecuencia, Pavié (2011) recalca que:

La evaluación, sea cualquiera su naturaleza (docentes, profesionales, específicas o conductuales) deja de concentrarse sólo al final del proceso. Incluye e integra nuevos procedimientos con carácter formativo y continuo y tiene en cuenta los estándares de desempeño y las normas de competencia (p. 78).

En este contexto, se evidencia la integración disciplinar y la evaluación, a través de diferentes experiencias de aprendizaje, como una práctica que apela al desarrollo de competencias docentes.

## 2.2. INTEGRACIÓN DISCIPLINAR

Si bien pareciera ser novedoso hablar de integración disciplinar, existen antecedentes sobre esta práctica con larga data. Tal como indica Huntley (1999, citado por Boadas y Prats, 2016), no siempre se han separado las disciplinas en la escuela; particularmente, hace doscientos años las ciencias experimentales y las matemáticas se impartían de manera articulada y esta asignatura era llamada filosofía natural.

Piaget (1979), por su parte, analiza la integración entre disciplinas de acuerdo con la naturaleza de las conexiones presentes. Es así como las categoriza en 3 niveles, también ejemplificados en la figura 1.

- **Multidisciplinariedad:** se considera como nivel inferior de integración, producida en torno a una interrogante, caso o situación, donde se busca información y ayuda entre varias disciplinas, sin que dicha interacción contribuya a modificarlas o enriquecerlas.
- **Interdisciplinariedad:** nivel intermedio de integración disciplinar, donde existe una real cooperación entre las disciplinas que supone interrelación, intercomunicación e intercambios de manera recíproca. De esta manera las disciplinas que interactúan se enriquecen.
- **Transdisciplinariedad:** nivel superior de relaciones disciplinares, donde el grado de permeabilidad es tal que no se evidencian fronteras entre ellas. Llegar a este nivel probablemente, requiera al menos transitar por uno de los niveles anteriores.



Figura 1. Relaciones entre disciplinas multi-, inter- y transdisciplinaria.

Elaboración propia a partir de Piaget (1979).

En este sentido, Alsina (2020) propone un paralelo bastante cercano con la clasificación anterior, en cuanto menciona un nuevo nivel de integración denominado **globalizado**, centrado en las relaciones de las disciplinas con el entorno que nos rodea. De esta manera, la esencia del aprendizaje escolar está en crear representaciones con que puedan resolverse problemáticas reales y del interés del estudiantado. Sin embargo, para trabajar con base en estas conexiones es imprescindible que el profesorado identifique esas conexiones entre la disciplina y la vida cotidiana desde las primeras edades (Alsina, 2012).

La integración de disciplinas escolares requiere necesariamente de un proceso de revisión y análisis y del currículum, pasando a una nueva modalidad de diseño del plan de estudios, en el cual se integran y potencian las distintas asignaturas, contribuyendo a un objetivo común. De esta manera, se puede conseguir evitar un proceso de enseñanza-aprendizaje fragmentado, para transitar hacia uno en el que cada disciplina forma parte de un todo, un engranaje en el que intervienen no sólo los conocimientos, sino que también las habilidades y actitudes.

Al organizar el currículum en torno a situaciones problemáticas significativas que se definen de manera colaborativa entre los diferentes actores, se favorece un diseño curricular integrado, donde no son relevantes los límites entre las disciplinas (Beane, 2005). Asimismo, este diseño interconecta los contenidos de distintas disciplinas, considerando un trabajo colaborativo entre docentes e incide en las metodologías, las estrategias de evaluación y en el clima escolar (Illán y Molina, 2011).

Este tejido interconectado que genera la integración se nutre de los fenómenos que constituyen nuestro mundo (Acosta, 2016) y encontrar estas conexiones para desarrollar un plan de estudio integrado, se puede realizar partiendo desde distintos puntos neurálgicos, que servirán de génesis para la implementación de un programa de estudios integrado o un diseño de actividad didáctica integrada (ADI). Para ello, se pueden considerar diversos aspectos desde la disciplina como tal hasta los intereses de los propios estudiantes. Particularmente, Illán y Molina (2011), proponen 8 modalidades para la integración curricular en el aula, descritas en la tabla 1:

Tabla 1. Modalidades de integración curricular en el aula.

<i>Clasificación</i>	<i>Ejemplos</i>
Relacionando varias disciplinas.	A partir de una actividad en ciencias como el crecimiento de las plantas, integrar matemáticas a través del registro y análisis de datos.
Tópicos	Autocuidado ante la pandemia.
Cuestiones de la vida cotidiana.	Actividades en torno a la cocina o a la construcción y producción en un invernadero.
Temas seleccionados por el alumnado.	Integrar disciplinas en la producción de una celebración de cumpleaños o fiesta halloween. (temática elegida por los estudiantes)
Conceptos	Los avances tecnológicos en los últimos 30 años.
Bloques históricos y/o geográficos.	Integrar aprendizajes con punto de partida en procesos históricos como la guerra del pacífico.
Culturas o instituciones.	La cultura mapuche o la más pertinente al territorio de los estudiantes.
Grandes descubrimientos o inventos	A partir de un invento de interés para los estudiantes, tal como la electricidad.

Elaborado a partir de Illán y Molina (2011)

En el contexto de formación docente, estas ideas debieran cobrar relevancia, ya que para llevar estas iniciativas al aula escolar es necesario formar docentes que posean las competencias necesarias tanto para diseñar, como para implementar propuestas interdisciplinarias. Para alcanzar tales efectos es imprescindible poner la mirada en una nueva generación de profesores, formados con una mirada integral de los procesos educativos: un nuevo maestro capaz de entregar una educación contextualizada a las necesidades de cada territorio y comunidad educativa.

A pesar de que en la formación docente la integración disciplinar es una estrategia poco abordada, existen algunas iniciativas interdisciplinarias desarrolladas dentro de este campo como la documentada por Boadas y Prat (2016), la cual expone a la integración de disciplinas como una instancia que permite promover aprendizajes globalizados, a través de la identificación de conexiones entre las disciplinas y realidad. Así también, se reporta en la formación inicial de profesorado, la experiencia de Pierson *et al.* (2008), muestra que la construcción de este nuevo saber interdisciplinar genera nuevas reflexiones y permite aprender otras formas de enseñar para el profesorado en formación inicial.

Continuando con esta idea, Alsina (2020) expresa que las conexiones entre las áreas de conocimiento ponen de manifiesto que, “a pesar de que actualmente la práctica educativa más habitual sigue siendo todavía el trabajo aislado de los contenidos, las actividades interdisciplinarias van ocupando un lugar cada vez más importante en las aulas de todas las etapas educativas” (p. 172). En esta misma línea, es relevante destacar que hace más de 20

años, Nicolescu (1996) ya reflexionaba en torno a la importancia de la Universidad como un espacio “privilegiado de una formación adaptada a las exigencias de nuestro tiempo” (p. 7); sobre lo mismo el autor también muestra que la Universidad tiene la misión del estudio de lo universal, lo que se ve fomentado al incluir el pensamiento transdisciplinario. Respecto a ello, tomando en cuenta la universidad como una etapa educativa, se vislumbra que estas perspectivas de integración de disciplinas, en la formación del profesorado, pueden tener una importante cabida dentro del espacio universitario. En lo particular, cabe pensar en las exigencias interdisciplinarias hoy en día y en cómo los procesos formativos —desde el espacio universitario— se hacen cargo de propiciar cada vez más tales diálogos disciplinares para replicarlos en el ejercicio de la profesión docente.

A partir de lo expuesto, se toma en cuenta también, para superar la aislación, fragmentación y parcelación del conocimiento, la integración interdisciplinar para comenzar a transitar a los cambios en la enseñanza en el espacio universitario. Tales cambios, requieren de compromisos personales y colectivos que promuevan la gestión de equipos que trabajen de manera articulada en pos de la integración. Así también, se considera también implementar un sistema de trabajo de co-docencia tanto para la etapa de diseño, como para la puesta en marcha y evaluación.

### 2.3. CO-DOCENCIA

Para organizar un proceso de integración disciplinar en un formato de co-educación, es imprescindible analizar que estilo de co-docencia se tomarán como ruta orientadora. En este sentido, podemos distinguir la clasificación propuesta por Castro *et al.* (2017), quién los describe según la interacción que presentan los profesores dentro del modelo, tal como se indica en la tabla 2.

*Tabla 2.* Clasificación de tipos de co-docencia. Elaborado a partir de Castro *et al.* (2017)

<b><i>Tipo de co-docencia</i></b>	<b><i>Descripción</i></b>
<b><i>Observación</i></b>	Uno de los docentes es el que realiza la clase, mientras que el otro observa.
<b><i>Apoyo</i></b>	Existe un pequeño grado de interacción del segundo docente, circulando por la clase, aunque predomina un profesor por sobre el otro.
<b><i>Grupos simultáneos</i></b>	Realizan la clase ambos profesores, con los mismos materiales, en la misma sala, pero con grupos diferentes de estudiantes.
<b><i>En rotación</i></b>	Se divide la clase en estaciones, con un profesor a cargo, en las cuales se aborda un contenido diferente. Los estudiantes rotan, hasta finalizar el recorrido de estaciones
<b><i>Complementaria</i></b>	Un profesor a cargo de la clase realiza la actividad y el segundo complementa la explicación con una modalidad diferente.
<b><i>Equipo</i></b>	La dupla de profesores realiza la clase simultáneamente (co-enseñanza), se complementan, sin identificarse un líder.

En el ámbito de formación de futuros profesores existen algunas iniciativas en torno a la co-docencia, como la realizada por Boadas y Prat (2016), quienes plantean un proyecto de co-docencia en formación de maestros, en las áreas de Ciencias Naturales y Matemática. En cuanto a los resultados de la iniciativa, las investigadoras resaltan que la experiencia tuvo una valoración positiva tanto por parte de las docentes que realizaron co-docencia, como por los estudiantes que experimentaron la experiencia. En el mismo orden de ideas, Castro *et al.* (2017) presentan una iniciativa que enmarca la co-docencia en el contexto universitario como estrategia para la innovación docente que, además, tiene puntos en común con el trabajo emprendido: la innovación en las prácticas docentes y la articulación de conocimientos teóricos y prácticos. Así también Silva y Mattos (2019) exponen cómo la co-docencia puede aportar a la formación docente, considerándola una contribución al acompañamiento en la práctica pedagógica y a la colaboración con el co-formador en la escuela.

Para esta investigación, se consideró la integración interdisciplinar como eje articulador para la enseñanza, ya que ambas disciplinas —Matemática y Ciencias Naturales— interactúan en armonía, sin predominio una de la otra, superando la aislación, fragmentación y parcelación del conocimiento. Además, ambas asignaturas dialogan para dar respuesta a una problemática común. En cuanto a la integración curricular, se ha considerado la modalidad de integración a través de cuestiones de la vida diaria y también a través de tópicos de interés, ambas propuestas por Illán y Molina (2011). Para lograr efectivamente la integración dentro del proceso formativo, se lleva a cabo un proceso de co-docencia simultánea en clase, con aras de consolidar un equipo docente (Castro *et al.*, 2017).

#### 2.4. CONTEXTUALIZACIÓN

Para darle significancia y perdurabilidad (Ausubel *et al.*, 1980; Vygotski, 1979; Bruner, 1984) a los aprendizajes del profesorado en formación, así como también a sus futuros estudiantes, se considera la contextualización como elemento clave del proceso de enseñanza y aprendizaje, desde un enfoque constructivista del aprendizaje (Rosas y Sebastián, 2008).

Los propósitos de la enseñanza y aprendizaje contextualizados, desde la perspectiva de Parchmann *et al.* (2006) promueven la conexión con la realidad del estudiante, donde el contexto se toma como el punto de partida para el desarrollo de ideas científicas en el aula, conectando la teoría con la realidad para atenuar la separación en la enseñanza tradicional (Moraga, Espinet y Merino, 2019). Así también, el diseño e implementación de secuencias de enseñanza y aprendizaje deben tener en cuenta estrategias como las planteadas por Marchán-Carvajal y Sanmartí (2015) de “contextualizar, descontextualizar y recontextualizar” (p. 269), destacando el valor del contexto más allá de una actividad inicial para rescatar las ideas previas de los estudiantes, sino como eje articular del proceso de enseñanza y aprendizaje. Es así como en la enseñanza escolar, la contextualización es propuesta como la vía para la formación de una ciudadanía matemática y científicamente alfabetizada (MINEDUC, 2018; Hodson, 2010), así como también para darle la relevancia necesaria a los saberes cotidianos de los distintos territorios como oportunidades de aprendizajes (Avery & Haines, 2017; Quintriqueo, Quilaqueo y Torres, 2014; Stapleton, 2017).

A partir de los propósitos antes expuestos sobre la contextualización, es relevante identificar estrategias didácticas pertinentes que aporten para la construcción de aprendizajes bajo este enfoque. Es en este sentido que Márquez y Roca (2006) indican la



necesidad de un contexto relevante para el aprendizaje -en este caso, de Ciencias-, siendo éstos fantásticos, cotidianos, sociocientíficos e históricos. Asimismo, la OCDE (2017) proporciona orientaciones para contextualizar a partir de la delimitación de tales contextos: personal, local (regional), nacional y global.

En la propuesta que aborda este trabajo se ha abordado este un enfoque **globalizado** (Alsina, 2020) visto como **integración desde las conexiones contextuales**, con las cuales los futuros docentes puedan contextualizar implementando situaciones relevantes para los estudiantes como punto de partida para la enseñanza y transferencia de conocimiento, con miras a la transformación de la realidad individual y social.

### 3. METODOLOGÍA

Para diseñar los ciclos investigativos de esta propuesta se utilizaron las ideas sobre el modelo de investigación-acción aportadas por Kurt Lewin, (1973) como precursor de este modelo, y Elliott (2000) quien describe el ciclo básico de actividades como un proceso en el que primero se identifica:

una idea general, para luego pasar al reconocimiento de la situación, efectuar una planificación general, desarrollar la primera fase de la acción, implementarla, evaluar la acción y revisar el plan general. A partir de este ciclo básico, los investigadores adelantan un bucle de la espiral para desarrollar la segunda fase de la acción, implementarla, evaluar el proceso, revisar el plan general, desarrollar la tercera fase de la acción, implementarla, evaluar el proceso, etc. (p. 88)

La figura 2 grafica el proceso experimentado en esta Investigación-Acción basado en Kemmis (1989); de ésta es relevante destacar la propuesta un ordenamiento por fases, estructurando paulatinamente las mejoras requeridas en el diseño de las actividades de enseñanza y aprendizaje. En la primera fase, se idea la propuesta, realizando actividades de co-docencia de rotación y el modelamiento de actividades didácticas integradas como equipo docente con estudiantes de una escuela rural. A partir de ello se plantea una evaluación de la fase y se rediseñan las actividades de enseñanza y aprendizaje para promover actividades más adecuadas a las necesidades educativas de los profesores en formación que promuevan el desarrollo de competencias docentes. Como última fase aún no desarrollada, se plantea la implementación de actividades de integración disciplinar y co-docencia en el ámbito escolar.



Figura 2. Proceso de investigación-acción educativa propuesto.  
Elaboración propia a partir de Kemmis (1989).

Por otra parte, Anderson y Herr (2007) relevan la cooperación y trabajo colaborativo para conducir un proceso de investigación-acción, así como también la importancia de la relación entre los participantes de la investigación; en este caso específico, las docentes investigadoras y los estudiantes en FID; esto visto desde la importancia de integrar las necesidades e intereses de ambas partes. De esta forma, tal como lo indican Anderson y Herr (2007) el proceso cobra validez, a través de la “inclusión de múltiples perspectivas para la triangulación” (p. 8), debido a que esta estructuración de fases y las múltiples evidencias del proceso formativo permiten dar cuenta de los resultados de éste.

### 3.1. PARTICIPANTES

Tal como es descrito anteriormente, participaron de esta propuesta una dupla de docentes universitarias y 8 futuros profesores de IX semestre de FID. Cabe destacar que los futuros profesores mencionados son parte de un sistema de formación con doble línea de especialidad, por una parte, Ciencias Naturales y por otra, Matemática. Debido a esta particularidad, los estudiantes cuentan en paralelo con asignaturas de ambas disciplinas, tanto en lo didáctico como en lo disciplinar. Así también, es importante destacar que ambas líneas tributan al desarrollo de las mismas competencias docentes consignadas en su plan de estudios.

En este contexto, las profesoras a cargo de las cátedras identifican la oportunidad y necesidad de implementar un formato de clases en torno a la co-docencia y la integración disciplinar, con el objetivo de promover el desarrollo de competencias en la FID. Para el

logro de dicha propuesta dentro del contexto universitario, se planificó una investigación-acción de 2 ciclos, un primero orientado a detectar necesidades y levantar diagnóstico sobre la integración disciplinar; un segundo en el que se diseñan y evalúan actividades didácticas integradas (ADI). Se plantea una futura tercera fase, fuera del contexto formativo universitario, donde se espera implementar ADI en el contexto escolar por parte de participantes de esta misma investigación.

En relación con los actores de la propuesta, se pueden distinguir dos objetivos específicos. Por una parte, gestionar de instancias en las que los futuros maestros demuestren desempeños que tributan a la construcción de competencias docentes; por otra parte, sensibilizar a los estudiantes sobre la necesidad de establecer prácticas de trabajo colaborativo entre docentes para gestionar actividades de integración disciplinar.

#### 4. PRIMERA FASE

Tiene como principal meta proporcionar un diagnóstico sobre las competencias de los futuros docentes para diseñar actividades didácticas integradas y las necesidades formativas que requieran para este fin. Los insumos generados en esta etapa serán claves para el diseño de la fase 2 de esta investigación.

Para la construcción de competencias profesionales, las académicas gestionaron dentro de sus asignaturas, instancias que promovían la identificación de conexiones entre la asignatura que dictaban con la en paralelo. Por ejemplo, la docente a cargo del área de Ciencias enfocaba en los estudiantes la búsqueda de las conexiones con Matemáticas, y viceversa. En este momento de la fase, los estudiantes elaboraron una ficha en la que, a partir de objetivos de aprendizajes curriculares, se consignó la elaboración de un objetivo de aprendizaje integrado el cual fue retroalimentado por ambas docentes, con el fin de detectar las necesidades de formación que pudieran ser abordadas en el siguiente ciclo.

Para la etapa de sensibilización se realizó una estrategia de modelamiento de clase en formato de co-docencia realizada por las docentes a cargo de las asignaturas. Para estos efectos las profesoras planificaron y ejecutaron una enseñanza simultánea e integrada de Matemática y Ciencias Naturales, pero con estudiantes de un curso multigrado 5°-6° básico de una escuela rural, para lo cual fueron invitados a una jornada de visita a la universidad. En esta instancia, los profesores en formación fueron observadores no participantes de la actividad, con el objetivo de identificar y valorar las acciones de las docentes en cuanto al contexto escolar y la integración disciplinar.

En una última instancia, se les asignó a los estudiantes la tarea de construir de manera colaborativa, un plan de clase para una ADI. El foco de este producto era evaluar, entre otros ámbitos, el grado de integración entre disciplinas en las ADI. Para estos efectos se utilizó una rúbrica que plantea 4 ámbitos de evaluación, tal como indica la figura 3:



Figura 3. Ámbitos de evaluación ADI. Elaboración propia.

Para finalizar la recolección de información en esta fase, se aplicó un cuestionario de respuesta abierta (cuestionario 1, C1). Este instrumento apuntaba a visualizar la percepción de los estudiantes frente a la actividad de modelamiento de trabajo colaborativo e integración de disciplinas y a detectar las dificultades que presentaron en el proceso de planificación de la ADI, aportando también recomendaciones para incorporar al segundo ciclo de esta investigación.

#### 4.1. RESULTADOS PRIMERA FASE

Entre los hallazgos preliminares, obtenidos de la primera fase de esta investigación, se identifican los resultados de aprendizaje de la ADI y la percepción de los futuros maestros. Para el diseño de las ADI, los estudiantes como primera aproximación elaboraron objetivos integrados, tales como los indicados en la figura 3. A través de esta actividad es posible evaluar de manera diagnóstica las competencias de los futuros maestros para lograr integrar objetivos de aprendizaje con miras hacia un modelo de enseñanza globalizado (Alsina, 2020).

A partir de los objetivos integrados elaborados por los estudiantes (tabla 3), se identifica que se aborda únicamente el eje de Ciencias de la Vida o Biología, según fuera el caso, sin explorar posibilidades de integración con otros ejes presentes en las bases curriculares o de los dominios disciplinares propios de las Ciencias Naturales en el currículo nacional chileno: aquellas que “tienen por objeto el estudio de la naturaleza, como la Biología, la Química, la Física, la Geología y la Astronomía.” (MINEDUC, 2018a, p. 30)

Asimismo, se pudo evidenciar que los estudiantes, en su mayor parte, sólo conectan elementos de las ciencias con el eje Datos y Azar de la asignatura de Matemática, a través del análisis estadístico de los conceptos científicos. Este hallazgo pudiese tener relación con el hecho de que los datos en estadística no son solo números, por el contrario, estos siempre se encuentran en un contexto. Así, los estudiantes pueden comprender e interpretar la información, a partir del conocimiento previo del contexto en cuestión, más allá de sólo seguir algoritmos (Moore, 1990). De esta manera, este nivel de conexión puede

considerarse como un nivel inicial de contextualización de los datos, pudiendo proponerse como una forma de iniciar la identificación de contextos e integración de las disciplinas. A pesar de ello, se considera que limitar la integración de Ciencias con Estadística restringiría el alcance de la vinculación de las asignaturas de Ciencias con Matemática, dificultando desarrollar una competencia que permita diseñar actividades didácticas integradas con enfoque globalizado, de manera transversal al currículum, lo que supone una necesidad formativa para la siguiente fase.

*Tabla 3.* Ejemplos de objetivos integrados de Matemática y Ciencias Naturales elaborados para plan de clase por parte de los estudiantes

<i>Objetivo integrado</i>	<i>Conexión Ciencias (ejes)</i>	<i>Conexión Matemática</i>
Recolectar información a través de una encuesta sobre los métodos anticonceptivos (hormonales y no hormonales) y graficar los datos.	Biología	Datos y azar
Comparar cambios que se producen en la pubertad en mujeres y hombres. Poder comparar sus distribuciones mediante el diagrama de puntos.	Ciclos de vida	Datos y azar
Demostrar la transferencia de energía y materia en las cadenas tróficas mediante el cálculo de porcentajes en el contexto de la resolución de problemas.	Energía y ecosistema	Números y operaciones
Analizar la cantidad de calorías que consumen los niños a través del cálculo del promedio calórico de los alimentos consumidos en un período de tiempo determinado.	Cuerpo humano y salud	Datos y azar
Reconocer y comprender los beneficios de la actividad física en los parámetros fisiológicos y cómo estos se pueden representar mediante gráficos dobles.	Cuerpo humano y salud	Datos y azar
Comprender los beneficios de realizar actividades físicas por medio de la resolución de problemas relacionado en su vida cotidiana.	Cuerpo humano y salud	Resolución de problemas
Comprender e identificar la relación entre dos especies de una trama trófica, extrayendo conclusiones y realizando inferencias de la representación de la población en un gráfico de barra doble dispuestos en parejas.	Energía y ecosistema	Datos y azar
Conocer los efectos nocivos que produce el cigarrillo a través de diversas fuentes e interpretar la información mediante el cálculo de promedios.	Cuerpo humano y salud	Datos y azar

Fuente: Elaboración propia.

Esta primera experiencia contó con experiencias de aprendizaje de diversa índole, en las que se construyó también conocimiento por parte de las docentes alrededor de la co-docencia y la evaluación integrada. Respecto a esta fase, se obtienen los siguientes resultados evaluativos a partir de los planes de clase y materiales adjuntos evaluados, datos con los que se elabora el gráfico 1, que muestra el logro porcentual de los resultados del grupo de estudiantes por cada ámbito evaluado.

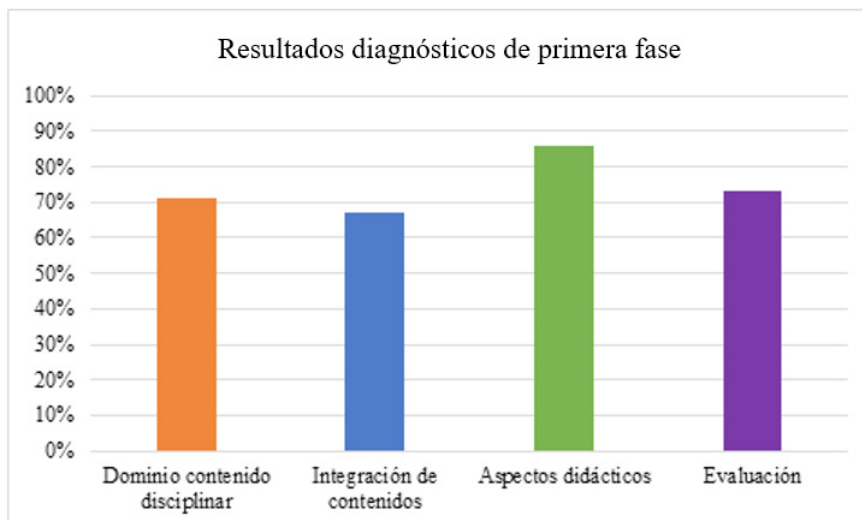


Gráfico 1. Resultados diagnósticos de primera fase. Elaboración propia.

Respecto a estos resultados, cabe señalar que la integración de contenidos es el ámbito con el menor logro, lo cual también es posible de evidenciar en el punto anterior; esto indica que es relevante fortalecer este dominio para la próxima fase.

Un hallazgo interesante, fue la valoración positiva de los estudiantes, frente al proceso de formación en co-docencia. Además, destacan el trabajo colaborativo de las docentes “debido a que estaban claros los contenidos que ambas explicaron como también en los momentos de la clase.”(VM-C1) y la eliminación de la fragmentación del aprendizaje a partir de “Un trabajo armónico y articulado de co-docencia. Permitted llevar a cabo una clase complementada profundizando en ambas disciplinas” (CM-C1).

Dentro de las dificultades presentadas en la planificación de las ADI, mencionan el integrar objetivos de aprendizaje y mantener equilibrado el protagonismo de las disciplinas. Por ejemplo “La construcción de un objetivo integrado, para que ninguna de las asignaturas sea una herramienta del otro, sino un complemento” (NS-C1). En este sentido, es interesante el proceso de autoevaluación que logran, ya que coincide con lo evaluado por las profesoras y cuya dificultad podría radicar en falta de contextualización de la enseñanza a lo largo de su proceso formativo. Ante esto, se decide enfatizar la búsqueda de conexiones durante la segunda fase investigativa, por lo que se agrega la contextualización a los ámbitos a evaluar en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

## 5. SEGUNDA FASE

Esta segunda etapa se inicia enmarcada en un contexto de educación a distancia a causa de la pandemia COVID-19.

Luego de recopilar la información y evaluar la primera fase, se diseña una segunda que apunta a superar los nudos críticos evidenciados en el diagnóstico. Los insumos considerados a modo de diagnóstico fueron la evaluación de la ADI y el cuestionario de la fase anterior. A partir de ello, se elaboraron los siguientes instrumentos para implementar evaluaciones de proceso:

- a. Pauta cotejo avance desarrollo de competencias profesionales (PCDC): Se organizó con base en tres propuestas: las Metacompetencias profesionales docentes de Jofré (2010): técnicas, metodológicas, sociales y personales, el Marco para la Buena Enseñanza (CPEIP, 2008) y las competencias profesionales declaradas en perfil de egreso del Profesor de Educación Básica con Mención en Matemática y Ciencias Naturales (Universidad Austral de Chile, 2012).
- b. Percepciones y experiencias sobre contextualización (C2): cuestionario con preguntas abiertas en las que se indaga sobre las experiencias y observaciones en las prácticas durante su proceso de formación, así como también ejemplos de contextualización en Ciencias Naturales y Matemática.
- c. Portafolio evidencias (PF): relatos del proceso de elaboración de la ADI, registro de decisiones, organización curricular, autoevaluación, análisis reflexivo y links cápsulas ADI.
- d. Cuestionario a estudiantes durante el proceso (C3) y al final del proceso (C4): formulario de respuesta abierta en el que se identifican las percepciones de los estudiantes frente al proceso de co-docencia y evaluación interdisciplinaria.
- e. Evaluación de Salida (RADI): rúbrica evaluación propuesta integrada (figura 4). El foco de este instrumento está en evaluar la competencia de los estudiantes para lograr identificar conexiones entre lo curricular y el mundo real (contextualización), apuntando hacia un enfoque globalizado (Alsina, 2020).



Figura 4. Ámbitos de evaluación RADI. Elaboración propia.

La diversidad de instrumentos y evidencias recogidas durante esta fase se plantean en concordancia con un sistema de evaluación de competencias, con el propósito de un desarrollo progresivo y coherente a los resultados de aprendizajes propuestos para este ciclo formativo. Además, al ser esta una investigación en un grupo muy reducido, se requiere contar con información proveniente de distintas fuentes para triangular (Anderson y Herr, 2007) y así también obtener evidencias de aprendizaje del proceso y no solamente del producto y de esta manera regular mejor la enseñanza (Pavié, 2011; Sanmartí, 2007).

## 5.1. RESULTADOS SEGUNDA FASE

### 5.1.1. *Percepciones sobre integración disciplinar antes y durante el proceso formativo*

Previo al comienzo de la segunda fase se les solicita a los estudiantes de manera escrita sus percepciones sobre la integración disciplinar, donde se destacan visiones que indican que esta estrategia “al enseñar las disciplinas en su conjunto se logra contextualizar el aprendizaje e intencionar de esta forma la resolución de problemáticas reales y de la vida cotidiana.”(CM-C1); la integralidad del aprendizaje “permite ver los contenidos como parte de un todo, no de forma segregada o independiente como actualmente se presenta” (OM-C1) y, además, que optimiza, ya que “acota el tiempo de enseñanza y la aplicación de contenidos es fructífera” (VM-C1).

Al planificar esta segunda fase del proceso de enseñanza y aprendizaje, se retoma la contextualización como uno de los ejes fundamentales a desarrollar. Los principales hallazgos al respecto indican una baja incidencia de la contextualización en los procesos educativos observados y vivenciados, tal como menciona YV “es muy poco común el proceso contextualización, pasando desapercibido el entorno que rodea al estudiante” (C2). La mitad de los estudiantes indican que en sus experiencias de práctica han observado que los contextos son extraídos de los libros de texto de clase, “En mis prácticas solo estuve presente en clases de matemáticas y las docentes no contextualizaron el contenido, solo trabajaron con lo que presentaba el libro.” (NS-C2). Se encuentra directa relación de lo expresado por NS con lo formulado por Alsina (2010), referente al protagonismo que tiene el libro de texto en la enseñanza escolar. Estas experiencias del profesorado en formación, en las que el contexto de enseñanza proviene de un texto escolar y no de las experiencias de los estudiantes, son contrarias a la relevancia brindada al contexto para esta propuesta de integración disciplinar; esto puede ser un indicio de razones por las cuales inicialmente en la primera fase, el estudiantado presentó dificultades para integrar.

Durante el proceso, también se recogió información acerca de la opinión de integración de los estudiantes participantes, dando cuenta de avances en sus aprendizajes. Por ejemplo, reflexionan en torno a la integración de Ciencias Naturales y Matemática para la construcción de un sentido para la enseñanza “si bien se dificulta al inicio por no tener las herramientas, luego de estudiar y practicar pareciera ser un proceso que tiene que llevarse a cabo para darle un sentido a la enseñanza de las matemáticas y ciencias” (CM-C3) o la relación que tiene la integración con el contexto y la vida del estudiantado “integrar las asignaturas en una planificación es planificar para la vida, ya que en el día a día el ser humano utiliza las herramientas de cada área en forma integral con otras.” (NS-C3), así como también proyecciones de este proceso:



La integración de ciencias y matemáticas es un buen comienzo para plantearse una integración general de todas las asignaturas, por lo menos en ciclo básico, ya que, en estas edades, en lo cognitivo, prima la totalidad por sobre la particularidad. (WR-C3)

Estos resultados dan cuenta que a medida que avanza el proceso formativo, van incorporando reflexiones y progresivamente tales destrezas para su futura práctica docente

### *5.1.2. Avance competencias*

La progresión de los estudiantes en cuanto al desarrollo de sus competencias docentes, fueron posibles de evidenciar por medio de varios instrumentos, como el formulario de cierre realizado por los estudiantes (C4), el portafolio de evidencias (PF) y la pauta de cotejo de avance competencial (PCDC) elaborada por las docentes. De esta manera, es posible dar luces de avances en torno a las diferentes metacompetencias, a través, de los diferentes descriptores del perfil de egreso. En primer lugar, en cuanto a la metacompetencia metodológica, es posible dar cuenta de que los estudiantes avanzan sustancialmente en esta competencia evidenciado a través del desarrollo de micro-clases integradas en formato cápsula digital, las cuales luego de ser diseñadas y evaluadas fueron puestas al servicio de las comunidades educativas a través de las redes sociales de este equipo de investigación. Este desarrollo tributa al descriptor “Elabora, propone e implementa estrategias y acciones de mejoramiento de la realidad educativa, a partir de su conocimiento” de la competencia del perfil de egreso (Universidad Austral de Chile, 2012).

En segundo lugar, el desarrollo de la metacompetencia técnica, fue posible de medir a través de la pauta de evaluación del desarrollo progresivo de las competencias, en la cual se visualiza que al finalizar el proceso los estudiantes se posicionan en los niveles competente y destacado, los cuales fueron evaluados por medio de evidencias y productos de integración, como planificación de ADI y cápsulas digitales integradas. Es relevante destacar que 4 de las 7 competencias del perfil de egreso de egreso apuntan a esta metacompetencia.

Por otra parte, la integración disciplinar promueve la consolidación de equipos multidisciplinarios, no obstante, para ello es primordial que las personas que integran estos equipos cuenten con ciertas características que faciliten el diálogo y la cooperación. Por esto, el desarrollo de las metacompetencias social y personal se transforma en una necesidad formativa para los futuros docentes. En específico, en el grupo que participa de esta investigación, inicialmente demostró cierta resistencia a las prácticas cooperativas, sin embargo, estas prácticas fueron instaurándose paulatinamente y se reflejaron a través de las diversas actividades, permitiendo evidenciar el avance en el desarrollo de habilidades y competencias. Al finalizar este ciclo se hace patente el desarrollo competencial, destacando la “Importancia del trabajo en equipo, relación y conexión de asignaturas (...)” (YV-C4), así como también la incorporación de ciertos elementos que aportan a la implementación de la integración de ambas asignaturas como son los “círculos de reflexión pedagógicos y compartir el material docente.” (CM-C4).

### *5.1.3. Evaluación ADI*

Como actividad de enseñanza y aprendizaje que cierra este proceso, los alumnos generan nuevamente una ADI. Esta vez, la actividad es propuesta para ser desarrollada en parejas, de

manera de promover el trabajo colaborativo y la co-docencia, a partir de compartir saberes y experiencias, así como la construcción conjunta de estas propuestas de enseñanza bajo el enfoque de integración interdisciplinar situado en un contexto relevante y pertinente a las Ciencias Naturales y Matemática. Los objetivos integrados elaborados por los estudiantes son expuestos en la tabla 4.

Tabla 4. Objetivos integrados segunda fase

<i>Objetivo integrado</i>	<i>Conexión Ciencias</i>	<i>Conexión Matemática</i>	<i>Nivel de apropiación</i>
Calcular y representar el volumen de un cuerpo en estado sólido, líquido y gaseoso utilizando unidades de medida estandarizada (CM)	Eje “La materia y sus cambios”	Eje “Geometría y medición.	Intermedio
Describir y analizar las características de los océanos y lagos a través de procesos estadísticos. (VM-AN)	Eje “La tierra y sus cambios”	Eje “Datos y azar”.	Intermedio
Comprender los beneficios de realizar actividades físicas por medio de la resolución de problemas relacionados a su vida cotidiana. (OM_DS)	Eje “Cuerpo humano y salud”	Habilidad transversal “Resolución de problemas”	Superior
Identificar la relación que existe entre articulaciones y ángulos a través de la construcción de un esqueleto. (NS- YV)	Eje “Los sistemas en los seres vivos”	Eje “Geometría”	Básico

Fuente: Elaboración propia.

A partir lo indicado en las tablas 3 y 4, es posible evidenciar que existen diferencias sustanciales entre la formulación de los objetivos en la fase 1 y la fase 2 del proceso formativo, en específico en los ejes que integran. Por el contrario, en los objetivos observados en la tabla 4, existe una mayor diversidad de ejes vinculados e incluso un grupo alcanza a la integración por medio de habilidades. A partir de ello, se caracterizan 4 niveles de apropiación del proceso de integración a partir de los objetivos integrados elaborados por parte de los estudiantes, indicados en la figura 5.

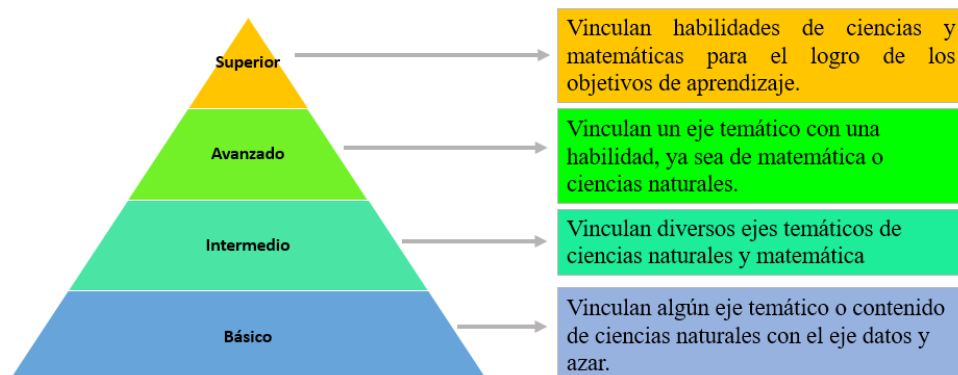


Figura 5. Niveles de apropiación del proceso de integración. Elaboración propia.

En relación con estos resultados, se establece el tránsito de los estudiantes en sus propuestas, considerando estos niveles de apropiación de este proceso. Ello ocurre también porque han sido expuestos a un proceso de enseñanza en co-docencia e integración interdisciplinar a partir del cual se han propuesto actividades de aprendizaje que también superan el nivel básico de integración, se hizo un andamiaje que en este caso fue más apropiado para la construcción de sus ADI, a partir de los resultados de la primera fase y se promovió el trabajo en equipo para la co-construcción de estas propuestas.

Respecto a los resultados evaluativos de la presentación de la ADI como producto, es que, a partir de los resultados de la primera fase, así como también de las evidencias recogidas durante la segunda ciclo, es que se toma la decisión de diseño didáctico de incorporar la contextualización como ámbito dentro de la evaluación de las ADI. Esta decisión se sustenta en la necesidad de que los estudiantes tuvieran la oportunidad de gestionar sus acciones didácticas en torno a la integración, situándose desde una perspectiva del desarrollo de aprendizajes significativos y pertinentes para las comunidades educativas. Tal como indica Rodríguez:

esto significa que los contenidos que se van a manejar deben responder de manera precisa a la experiencia del alumno, al conocimiento previo y relevante que le permita ligar la nueva información con la que ya posee, permitiéndole reconstruir a partir de la unión de las dos informaciones. (2014, p. 3)

A partir de ello, es que la integración cobra relevancia en tanto no se vuelve únicamente una acción forzada para conectar contenidos, sino que a partir del contexto es que se encuentran estas conexiones, tal como lo analiza Alsina (2020), desde el enfoque globalizado, con lo cual se promueve la construcción de sentidos para la enseñanza bajo este enfoque. Asimismo, el proceso formativo construido para este grupo de profesores en formación se realiza en concordancia con lo expuesto por Marchán-Carvajal y Sanmartí (2015), donde el contexto es clave durante todo el proceso de enseñanza y aprendizaje, no sólo en el inicio de la propuesta.

Los resultados en general son evaluados bajo los mismos ámbitos que en la fase 1 de la investigación, además de la adición de la contextualización como fue mencionado anteriormente, los cuales son expuestos en el gráfico 2.

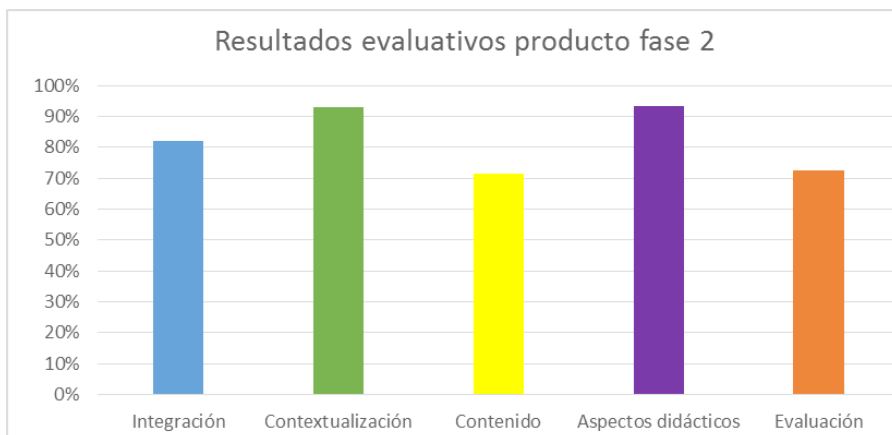


Gráfico 2. Resultados evaluativos producto fase 2. Elaboración propia.

En contraste con la primera fase (gráfico 1), en la segunda fase fue posible evaluar otros aspectos presentes en la elaboración de una ADI, como lo es la integración de los objetivos y habilidades y contextualización. Esta última, si bien no fue evaluada formalmente en la primera etapa, fue caracterizada como uno de los aspectos más difíciles de lograr por los estudiantes.

Por otra parte, es posible evidenciar en la gráfica que el total de los participantes presenta un logro por sobre el 70% en todos los aspectos evaluados. No obstante, alerta el hecho de que la integración como tal es el aspecto con menor logro, alcanzando el nivel superior sólo el 25% de las actividades propuestas y otro 25% permaneciendo en el nivel básico. Estos resultados indican que es necesario realizar cambios y mejoras en una próxima implementación de la propuesta que tengan relación con, por ejemplo, explicitar los niveles de integración (figura 5) y comenzar un tránsito en la integración. Otra mejora para este ámbito puede ser exponiendo a los futuros maestros a experiencias de aprendizaje que desarrollen diversos enfoques de integración para de esta manera, desarrollar criterios en torno a la integración disciplinar. De esta forma, se puede indicar que las innovaciones educativas o los cambios de paradigmas de los profesores se tienen que sustentar en que ellos vivan esas experiencias para que las puedan transferir en sus salas de clase.

#### 5.1.4. Cierre del proceso formativo

Al finalizar el proceso de integración de disciplinas vivenciado por los estudiantes, se les consulta a los estudiantes sus percepciones. Ya en este punto del itinerario formativo desarrollado, se encuentran conceptualizaciones que los estudiantes realizan de la

integración “Es un proceso de articulación docente que fomenta el desarrollo integral de los estudiantes, ayudándolos a utilizar el conocimiento de las distintas disciplinas para resolver una problemática.” (CM-C4), así como también sus profundas reflexiones acerca de las implicancias para su futura profesión, como indica VM: “Es un trabajo que necesita dedicación y las ganas del docente para lograrlo de manera correcta, (...)” (VM-C4) y de los sentidos de la integración para los estudiantes y los procesos formativos en la escuela, para “plantearse una integración global de asignaturas.” (WR-C4) y “llevar un proceso de enseñanza y aprendizaje efectivo, que nos permite que como personas usemos nuestros conocimientos sin restricción y de forma consciente, entregándole un sentido del porqué y para qué enseñar cualquier asignatura.”(CM-C4) y que desde el punto de vista disciplinar “(...) enseñar ambas asignaturas de manera integrada, es muy positivo, puesto que, permite sacar el potencial de cada una, para posteriormente ser trabajado cada aspecto de manera conjunta.” (YV-C4)

En este punto final del proceso de formación es que se valora el tránsito de los estudiantes en torno a la integración disciplinar, siendo parte de una innovación en la docencia universitaria que en una primera fase dio cuenta de ciertas dificultades y a partir de ellas, se diseña una segunda fase formativa. En esta segunda propuesta, se elaboran actividades en co-docencia para promover el desarrollo de competencias docentes orientadas hacia la construcción de ADI a partir de contextos relevantes y con ello, el grupo de estudiantes participantes obtiene mejores resultados de aprendizaje, dando cuenta de las potencialidades de este tipo de propuestas para la FID.

## 6. CONCLUSIONES Y PROYECCIONES

La educación tradicional y la fragmentación del conocimiento, a través del asignaturismo, no conversan con un modelo educativo que desarrolle competencias en los educandos. En este sentido, es que proyectamos la integración interdisciplinar y la co-docencia como mecanismos que favorecen la formación de docentes capaces de desarrollar e implementar itinerarios didácticos basados en las conexiones disciplinares que permiten a los estudiantes comprender el mundo y con ello desarrollar las competencias que requieren para enfrentar el siglo XXI. No obstante, el desarrollo de esta idea requiere de esfuerzos y voluntades para abrirse al cambio, tanto de parte de las instituciones que forman docentes como de los formadores; estos esfuerzos pueden traducirse en desarrollar un perfil del docente de educación básica basado en el trabajo colaborativo e interdisciplinario.

Considerando los resultados de esta investigación, por una parte, en cuanto a la competencia profesional docente de encontrar conexiones entre las disciplinas y vincularlas a los contextos de cada territorio, se entregan algunas sugerencias que permitirían contribuir a la FID:

- Promover instancias en las que los docentes en formación puedan identificar conexiones en contexto. De esta manera se puede ampliar la visión que tienen sobre las distintas disciplinas.
- Incluir en los planes de formación de los futuros docentes la integración disciplinar como una práctica habitual que favorece el aprendizaje significativo de los estudiantes.

- Reconocer la co-docencia e integración disciplinar como una estrategia que desarrolla la habilidad de trabajo en equipo y colaboración entre las partes involucradas.
- Desarrollar un proceso formativo basado en integración de disciplinas e iniciarlo identificando conexiones entre alguna de las grandes ideas o ejes de las ciencias con el eje datos y azar en matemática, ya que según los hallazgos de esta investigación permite una integración más natural a través del análisis estadístico. Con este andamiaje inicial, se permite dar un contexto real a los datos utilizados (a la matemática usada) y fomentar la alfabetización científica (OECD, 2000) y estadística en la ciudadanía (Rodríguez *et al.*, 2018) a través de las conexiones entre las disciplinas.

Por otra parte, en cuanto a uno de los objetivos planteados en este trabajo que dice relación con sensibilizar a los estudiantes sobre la necesidad de establecer prácticas de trabajo colaborativo, fue posible observar una actitud positiva frente a estas prácticas e incluso incluyendo en la gestión de actividades de integración disciplinar a estudiantes de otras disciplinas, valorando el aporte de la multidisciplinariedad para un trabajo integrado. Además, como se evidenció en el instrumento 1, los futuros maestros destacan el trabajo colaborativo de las docentes, lo cual era una intención propuesta como parte de la sensibilización.

Además, con esta propuesta pudo materializarse una acción fundamental del formador, que dice relación con la evaluación de competencias del futuro profesor para enfrentarse a diversos contextos y problemáticas educativas. En este sentido, se desarrolló una rúbrica que permitió cualificar el progreso de los estudiantes en cuanto a sus competencias. Sin embargo, se espera poder aplicar en nuevos ciclos este instrumento hasta lograr el punto de validación que permita compartirla con la comunidad científica.

Por último, una de las principales limitaciones del estudio es que se ha trabajado con una muestra reducida, por lo que los resultados obtenidos no se pueden generalizar. Debido a lo descrito, se espera continuar implementando ciclos de esta investigación, con los cuales se pueda analizar de manera más profunda el impacto en los futuros maestros. No obstante, los datos obtenidos permiten diseñar un programa de estudio que incluya la integración interdisciplinar y la co-docencia como una práctica que contribuya al desarrollo de competencias docentes desde la formación inicial en el contexto universitario.

Finalmente, se hace una invitación a los profesores que son parte del proceso de la FID a abrirse a la posibilidad de innovar en sus prácticas habituales para dar paso a un camino de colaboración y co-construcción en el cual el diálogo constante permita hacer frente a los desafíos que nos impone la formación de los futuros maestros. Estos nuevos retos no son posibles de enfrentar en solitario, es imprescindible construir un estilo de docencia universitaria que sienta sus bases en la colaboración para el desarrollo de las competencias del docente del siglo XXI.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta, J. (2016). Interdisciplinariedad y transdisciplinariedad: perspectivas para la concepción de la universidad por venir. *Alteridad*, 11(2), pp. 148-156. <https://doi.org/10.17163/alt.v11n2.2016.01>

- Alsina, Á. (2020). Conexiones matemáticas a través de actividades STEAM en Educación Infantil. *Unión-Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 16(58), 168-190. <https://union.fespm.es/index.php/UNION/article/view/69>
- \_\_\_\_\_. (2012). Hacia un enfoque globalizado de la educación matemática en las primeras edades. *Números. Revista de didáctica de las matemáticas*, 80, 7-24. [http://www.sinewton.org/numeros/numeros/80/Monografico\\_01.pdf](http://www.sinewton.org/numeros/numeros/80/Monografico_01.pdf)
- \_\_\_\_\_. (2010). La “pirámide de la educación matemática”: una herramienta para ayudar a desarrollarla competencia matemática. *Aula de Innovación Educativa*, (189), 12-16, <https://dugi-doc.udg.edu/bitstream/handle/10256/9481/PiramideEducacion.pdf>
- Anderson, G. & Herr, K. (2007) “El docente-investigador: Investigación - Acción como una forma válida de generación de conocimientos”, en: Sverdlick, I. (comp.) *La investigación educativa. Una herramienta de conocimiento y de acción*. Novedades Educativas, Buenos Aires, Argentina.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D. y Hanesian, H. (1980). *Psicología educacional*. Interamericana, Río de Janeiro, Brasil.
- Avery, L. M. & Hains, B. J. (2017) Oral traditions: a contextual framework for complex science concepts—laying the foundation for a paradigm of promise in rural science education. *Cultural Studies of Science Education*, 12, 129–166. <https://doi.org/10.1007/s11422-016-9761-5>
- Beane, J. (2005). *La integración del currículum*. Ediciones Morata, Madrid, España.
- Boadas, E. y Prat, M. (2016). Quan es troben les ciències i les matemàtiques: una proposta de docència compartida al Grau de Mestre d'Educació Infantil. *Revista CIDUI*, 3. <https://www.raco.cat/index.php/RevistaCIDUI/article/view/368152>
- Bruner, J. (1984). *Acción, pensamiento y lenguaje*. Alianza Editorial, Madrid, España.
- Cano, E. (2008). La evaluación por competencias en la educación superior. *Profesorado: revista de currículum y formación del profesorado*, 12(3), 11. <http://www.ugr.es/~recfpro/rev123COL1.pdf>
- Castro Zubizarreta, A., Briones Pérez, E. & Izquierdo Magaldi, B. (2017). La co-docencia en el contexto universitario como estrategia para la innovación docente. En *In-Red 2017. III Congreso Nacional de innovación educativa y de docencia en red*. (pp. 670-682). Editorial Universitat Politècnica de València. <http://dx.doi.org/10.4995/INRED2017.2017.6721>
- CPEIP. (2008) Marco para la Buena Enseñanza. <https://www.cpeip.cl/wp-content/uploads/2019/01/Marco-buena-ensenanza.pdf>
- Elliott, J. (2000). *El cambio educativo desde la investigación acción*. Morata, Madrid, España.
- Gairín, J. (2011). Formación de profesores basada en competencias. *Bordón. Revista de pedagogía*, 63(1), 93-108. <https://recyt.fecyt.es/index.php/BORDON/article/view/28907>
- Hodson, D. (2010). Science Education as a Call to Action. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 10(3), 197-206. <https://doi.org/10.1080/14926156.2010.504478>
- Illán Romeu, N. y Molina Saorín, J. (2011). Integración curricular: respuesta al reto de educar en y desde la diversidad. *Educación en Revista*, (41), 17-40. <https://doi.org/10.1590/S0104-40602011000300003>
- Jofré, J. (2010). *Competencias profesionales de los docentes de enseñanza media de Chile un análisis desde las percepciones de los implicados*. [Tesis doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona. Catalunya, España] <https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2009/txd-1222110-163025/gjja1de2.pdf>
- Kemmis, S. (1989). Investigación en la acción. En T. Husen & T.N. Postlethwaite, *Enciclopedia Internacional de la Educación* (pp. 3330-3337). Vicens Vives-M. E. C, Barcelona, España.
- Lewin, K. (1973). Action research and minority problems. En Lewin, K., *Resolving Social Conflicts: Selected Papers on Group Dynamics* (pp. 201–216). Souvenir Press, Londres, Inglaterra.
- Marchán-Carvajal, I. y Sanmartí, N. (2015). Criterios para el diseño de unidades didácticas contextualizadas: aplicación al aprendizaje de un modelo teórico para la estructura atómica. *Educación química*, 26(4), 267-274. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2015.06.001>
- Márquez, C. y Roca, M. (2006). Plantear preguntas: un punto de partida para aprender ciencias. *Revista Educación y pedagogía*, 18(45), 61-71. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/revistaeyp/article/view/6087>

- Martínez, M. & Prats, E. (2018). *Millora per a la formació inicial per a la docència. Accions Estratègiques (Col·lecció Documents MIF núm. 4)*. Barcelona: Programa de Millora i Innovació en la Formació Inicial de Mestres. <https://mif.cat/wp-content/uploads/2017/01/AccionsEstratCAT.pdf>
- MINEDUC. (2018). *Bases Curriculares de 1° a 6° básico*. [https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-22394\\_bases.pdf](https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-22394_bases.pdf)
- \_\_\_\_\_. (2018a) *Ciencias Naturales. Programa de Estudio para Quinto Año Básico. Unidad de Currículum y Evaluación*. [https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-20718\\_programa.pdf](https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-20718_programa.pdf)
- Moore, David S. (1990) Uncertainty, en Steen, L. A., *On the Shoulders of Giants* (pp. 95-137). National Academy Press, USA. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED334084.pdf>
- Moraga Toledo, S. H., Espinet Blanch, M. & Merino Rubilar, C. G. (2019). El contexto en la enseñanza de la química: Análisis de secuencias de enseñanza y aprendizaje diseñadas por profesores de ciencias en formación inicial. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación De Las Ciencias*, 16(1), 1604. [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2019.v16.i1.1604](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i1.1604)
- Nicolescu, B. (1996) *La transdisciplinariedad. Manifiesto*. Ed. 7 saberes. Ciudad de México, México.
- OECD (2000). *Measuring student knowledge and skills: The PISA assessment of reading, mathematical and scientific literacy*. OECD, París, Francia. <http://www.oecd.org/education/school/programme-for-international-student-assessment-pisa/measuring-student-knowledge-and-skills-the-pisa-2000-assessment-of-reading-mathematical-and-scientific-literacy-publications-2000.htm>
- OCDE (2017) *Marco de Evaluación y de Análisis de PISA para el Desarrollo : Lectura, matemáticas y ciencias, Versión preliminar*. OECD Publishing, Paris, Francia. [https://www.oecd.org/pisa/aboutpisa/ebook%20-%20PISA-D%20Framework\\_PRELIMINARY%20version\\_SPANISH.pdf](https://www.oecd.org/pisa/aboutpisa/ebook%20-%20PISA-D%20Framework_PRELIMINARY%20version_SPANISH.pdf)
- Orealc/Unesco. (2017). *Declaración de Buenos Aires. E2030: Educación y Habilidades para el siglo 21*. <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Santiago/pdf/Habilidades-SXXI-Buenos-Aires-Spa.pdf>
- Parchmann, I., Grasel, C., Baer, A., Nentwig, R. D. y Ralle, B. (2006) "Chemie im Kontext": A symbiotic implementation of a context-based teaching and Learning approach, *International Journal of Science Education*, 28(9), 1041-1062. <https://doi.org/10.1080/09500690600702512>
- Pavié, A. (2011). Formación docente: hacia una definición del concepto de competencia profesional docente. *REIFOP*, 14(1), 67-80. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=2170/217017192006>
- Perrenoud, P. (2004). *Diez nuevas competencias para enseñar*. Graó, Barcelona, España.
- Piaget, J. (1979) La epistemología de las relaciones interdisciplinarias. En: Apostel, L., Bergerr, G., Briggs, A. y Michaud, G. *Interdisciplinariedad. Problemas de la enseñanza y de la investigación en la Universidades*, pp. 153-171. Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Enseñanza Superior, México.
- Pierson, A. H. C., de Freitas, D., Villani, A. & Franzoni, M. (2008). Uma experiência interdisciplinar na formação inicial de professores. *Interações*, 4(9). <https://doi.org/10.25755/int.363>
- Quintriqueo, S., Quilaqueo, D. & Torres, H. (2014). Contribución para la enseñanza de las ciencias naturales: saber mapuche y escolar. *Educação e Pesquisa*, 40(4), pp. 965-982. <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-97022014005000009>
- Rodríguez, L. (2014) Metodologías de enseñanza para un aprendizaje significativo de la histología. *Revista digital universitaria*, 15(11). <http://www.revista.unam.mx/vol.15/num11/art90/>
- Rodríguez-Alveal, F., Díaz-Levicoy, D. & Vásquez-Ortiz, C. (2018). Evaluación de la alfabetización probabilística del profesorado en formación y en activo. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 44(1), 135-156. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052018000100135>
- Rosas, R. y Sebastián, C. (2008) *Piaget, Vigotski y Maturana: constructivismo a tres voces*. Aique, Buenos Aires, Argentina.
- Sanmartí, N. (2007). *10 ideas clave: Evaluar para aprender*. Graó, Barcelona, España.
- Santos, M. A., Sotelino, A., Jover, G., Naval, C., Álvarez, J. L. y Vázquez, V. (2017). Diseño y validación de un cuestionario sobre práctica docente y actitud del profesorado universitario hacia la innovación (CUPAIN). *Educación XX1*, 20(2), 39-71. <https://doi.org/10.5944/educxx1.19031>



- Silva, G. & Mattos, C. R. (2019). A atividade de codocência na prática de ensino na formação inicial de professores de física. *Revista Brasileira da Pesquisa Sócio-Histórico-Cultural e da Atividade*, 1(2), 21-21. <http://revistashc.org/index.php/shc/article/view/52/13>
- Stapleton, S. R. (2017). Oral traditions, changing rural landscapes, and science education. *Cultural Studies of Science Education*, 12(1), pp. 189-198. <https://doi.org/10.1007/s11422-016-9749-1>
- Universidad Austral de Chile. (2007). *Modelo Educacional y Enfoque Curricular* [https://www.uach.cl/uach/\\_file/modelo-educacional-y-enfoque-curricular.pdf](https://www.uach.cl/uach/_file/modelo-educacional-y-enfoque-curricular.pdf)
- \_\_\_\_\_. (2012) *Proyecto curricular de carrera Educación Básica con Menciones*.
- Vygotski, L. S. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Crítica, Barcelona, España.

