



CEM
Centro de
Estudios
Mineduc



Fondo de Investigación y Desarrollo en Educación
Centro de Estudios
Ministerio de Educación

INFORME FINAL

**Atendiendo a la diversidad de género.
Caracterización de las habilidades
matemáticas/científicas/tecnológicas
en establecimientos municipalizados
mediante la intervención de futuros(as)
profesores(as) en el contexto de sus
prácticas tempranas y profesionales**

Institución adjudicataria: Universidad Católica del Maule
Investigadora principal: María Aravena Díaz
Equipo de investigación: Marcelo Rodríguez, Susan
Sanhueza, María José Seckel, Angélica Urrutia
Proyecto 1700070, Undécimo Concurso FONIDE

Monto adjudicado: \$ 29.992.000
Número de decreto exento: 1406
Fecha del decreto exento: 28/11/2017
Incorporación de enfoque de género: sí
Tipo de metodología empleada: mixta
Contraparte del Centro de Estudios MINEDUC:
Emilia Arancibia, Mauricio Manquepillán

Las opiniones que se presentan en esta publicación, así como los análisis e interpretaciones, son de exclusiva responsabilidad de los autores y no reflejan necesariamente los puntos de vista del MINEDUC.

Esta publicación está disponible en www.fonide.cl

Se autoriza su reproducción siempre y cuando se haga referencia explícita a la fuente.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecemos a los directores/as, profesores/as de los cursos y alumnos/as que participaron del experimento de los establecimientos educacionales de la Provincia de Talca por haber facilitado y apoyado este estudio y así aportar en la mejora los aprendizajes de nuestros niños y niñas.

También es importante dar las gracias por el apoyo, la responsabilidad y la generosidad que tuvieron los/as futuros/as profesores/as de Pedagogía en Matemática y Computación de la Facultad de Ciencias Básicas y de Educación General Básica de la UCM año 2018, por el aporte en el diseño y gestión de aula en la propuesta STEM.

A los/as colaboradores/as: Moisés Bravo, Noemí Cárcamo, William Campillay, William Miller, Andrea Muñoz, Laura González y Mauricio Huerta, que tuvieron un trabajo arduo en diversas actividades, tales como estudio sociológico, estudio estadístico, revisión de pruebas, cuestionarios y validación de instrumentos por mencionar algunas. A Cecilia Filippi por el apoyo en la revisión del análisis del estudio de caso. A Gabriel por el apoyo en las traducciones de inglés. A los/as científicos/as que nos apoyaron con actividades STEM que fueron implementadas en las aulas: Mary Carmen Yarur, Xaviera López y Sergio Espinoza.

A los/as evaluadores/as nacionales e internacionales: Joan Gómez Urguelles, Adriana Breda, Moisés Bravo, quienes colaboraron con su experticia para evaluar y hacer sugerencias a los problemas STEM.

Nuestra sincera gratitud al equipo técnico de FONIDE: Dra. Lorena Espinoza Salfate, Emilia Arancibia, Pablo González, María Victoria Martínez, quienes hicieron aportes sustanciales para mejorar tanto los instrumentos como el informe de investigación. En forma especial, al Dr. Mauricio Manquepillán, quien no solo nos aportó en todo lo anterior, sino que, además, nos apoyó con su experticia en los temas de género y en la revisión detallada del informe.

Por último, no es menor el gran apoyo y generosidad que tuvimos de Macarena de la Cerda y de Daniela Ubilla, quienes en todo momento estuvieron pendientes y a tiempo con toda la información requerida para llevar a puerto el proyecto y plasmar la información en este informe.

No podemos dejar de dar las gracias a los representantes de nuestra Institución Universidad Católica del Maule por haber confiado en este equipo de investigación mediante el apoyo para la postulación de la propuesta.

ÍNDICE

Resumen.....	6
1. INTRODUCCIÓN	7
2. CONTEXTUALIZACIÓN/ANTECEDENTES	8
3. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	13
3.1. Nivel 1. Sistema escolar.....	13
3.2. Nivel 2. Sistema universitario	13
4.OBJETIVOS	13
4.1. Objetivo general.....	13
4.2. Objetivos específicos.....	14
5. MARCO TEÓRICO	14
5.1. Habilidades matemáticas requeridas en el siglo 21. Educación STEM	14
5.2. Formación del profesorado en STEM	16
5.3. Habilidades en procesos de modelamiento matemático	18
5.4. Género en matemática, ciencia y tecnología	20
6. METODOLOGÍA.....	22
6.1. Enfoque y diseño.....	23
6.1.1. Justificación del diseño cuasiexperimental y fidelidad de la implementación	24
6.2. Contexto y participantes	26
6.2.1. Nivel 1. Sistema escolar	26
6.2.2. Muestra 2. Nivel sistema universitario. Alumnado de Pedagogía	31
6.3. Variables e instrumentos de control	33
6.3.1. Nivel 1. Sistema escolar.....	33
6.3.2. Nivel 2. Sistema universitario.....	37
6.4. Dimensiones y Categorías de análisis	40
6.4.1. Categorías de análisis pretest- postest. Nivel 1 y Nivel 2	40
6.4.2. Categorías de análisis cuestionario. Nivel 1	44
6.4.3. Dimensiones y Categorías de análisis para valorar el diseño del Plan de Clases y la gestión en el aula. Estudio de caso. Nivel 2.	45
6. 5. Proceso de validación y fiabilidad de los instrumentos/Técnicas.....	46
6.6. El programa de intervención: Diseño de la secuencia didáctica.....	47
6.6.1. Características de la secuencia-didáctica.....	48
6.6.2. Etapa de implementación	49
6.6.3. Estrategias para abordar la inclusión	49
6.7. Métodos y técnicas de análisis	50

7. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	51
7.1. Nivel 1. Sistema Escolar	52
7.1.1 Resultados cuantitativos por género de las habilidades matemáticas, científicas y tecnológicas del sistema escolar. Nivel 1. Pretest-postest	52
7.1.2. Síntesis de la brecha de género respecto de las habilidades matemáticas/científicas/tecnológicas al inicio de la experiencia. Nivel 1 Sistema escolar	58
7.1.3. Caracterización de las habilidades cuando son formados en contextos integradores. Perfil de progreso	60
7.1.4. Síntesis de la relación entre las habilidades matemáticas, científicas y tecnológicas	69
7.1.5. Resultados cuantitativos cuestionarios sobre género en las habilidades STEM.....	73
7.1.6. Resultados focus group alumnado de educación media.....	81
7.2. Nivel 2. Sistema universitario. Futuros/as profesores/as	89
7.2.1. Resultados cuantitativos por género de los/as futuros/as profesores/as de matemática que realizaron la intervención en el sistema escolar. Pretest-postest.....	89
7.2.2. Restricciones y condiciones iniciales en la integración de las habilidades	94
7.2.3. Caracterización de los/as futuros/as profesores/as de matemática	96
7.2.4. Relación entre las habilidades de los/as futuros/as profesores/as	99
7.2.5. Resultados cualitativos focus group.....	117
8. CONCLUSIONES	124
8.1. Alumnado del sistema escolar. Metodología STEM para atender a la diversidad de género. Nivel 1	125
8.1.1. Brecha de género en el sistema escolar pretest-postest	125
8.1.2. Caracterización de las habilidades y brecha de género	127
8.2. Futuros/as profesores/as de matemática y de educación general básica. Nivel 2.....	129
8.2.1. Importancia del diseño, planificación e implementación de la secuencia didáctica	129
8.2.2. Importancia de un trabajo matemático mediante la resolución de problemas que integre las disciplinas STEM para atender a la diversidad de género en la formación de profesores/as	132
8.2.3. Brechas de género en los/as futuros/as profesores/as de matemática.....	133
8.3. Limitaciones del estudio.....	134
8.4. Proyecciones de estudio.....	134
9. CONCLUSIONES PARA LAS POLÍTICAS PÚBLICAS.....	134
REFERENCIAS	136

RESUMEN

El estudio tuvo como propósito mejorar el conocimiento y las habilidades de los/as estudiantes en matemática, ciencia y tecnología para disminuir la brecha de género en establecimientos municipalizados de la Provincia de Talca. El marco de referencia se apoyó en investigaciones que plantean la necesidad de incorporar en las aulas educación STEM. Para la intervención se consideraron dos niveles. En el Nivel 1, se abordó a los/as estudiantes del sistema educativo y en el nivel 2, los/as futuros/as profesores/as de Pedagogía en Matemática de Educación General Básica en el contexto de sus prácticas tempranas y profesionales quienes diseñaron e implementaron en las aulas una secuencia didáctica con problemas con enfoque STEM privilegiando los contextos locales. Se opta por un enfoque de pluralismo epistemológico comprendido como el uso de métodos cuantitativos y cualitativos para abordar un mismo objeto de investigación. Para la selección de la muestra se utilizó la técnica por conglomerados con arranque aleatorio y probabilidad proporcional quedando constituida de 12 cursos de la provincia con 348 estudiantes de los niveles primero medio, tercero técnico profesional y de quinto de enseñanza básica. Para los análisis de resultados se utilizó análisis descriptivo, correlaciones, máquina de soporte vectorial y componentes principales. A nivel de resultados, se presentan diferencias significativas en el desarrollo de habilidades STEM, tanto del alumnado como de los/as futuros/as profesores/as, no presentándose además brechas de género entre varones y mujeres para ninguno de los niveles. Los hallazgos sugieren mejorar las prácticas tempranas y profesionales para superar debilidades en la formación de los futuros/as profesores/as.

Palabras clave: Género & STEM, habilidades STEM, problemas STEM

1. INTRODUCCIÓN

El estudio toma como referente las investigaciones que dan cuenta de la necesidad de atender a la diversidad de género en las asignaturas de matemática, ciencia y tecnología en todos los niveles de enseñanza del sistema escolar. Las razones que están en la base de colocar atención a este problema hace referencia al desinterés que se va generando en el alumnado a medida que avanza en el sistema escolar, en particular dicho desinterés se acrecienta aún más en las niñas debido a diversos factores tales como estereotipos sociales y culturales, prácticas de aula, tipos de evaluación, rendimientos, entre otros factores que la literatura coloca de manifiesto (Gipps y Murphy, 1994; Sjöberg y Schreiner, 2008; Osborne, Simon & Collins, 2003; Aikenhead, 2003; Vásquez y Manasero, 2008; Del Rio, et al., 2016), lo que afectaría en la elección de las mujeres en carreras STEM (Sjöberg y Schreiner, 2008). Para abordar la problemática, se consideró las propuestas y estudios de países líderes que desde hace dos décadas se han centrado en la búsqueda de estrategias, en conjunto con el profesorado y con proyectos apoyados por los gobiernos, para aumentar el interés por la ciencia en el alumnado, con especial énfasis en las niñas y las jóvenes. También se consideró los estudios que dan cuenta de los estereotipos que se manifiestan en la enseñanza, en particular los ejemplos dados en clases, como las preguntas realizadas en los diferentes cursos y niveles están enfocadas al género masculino (Brotman y Moore, 2007, citado en Euridyce, 2011; Edwards, Micheli y Cid, 1993, citado en Flores, 2007). Se ha tomado como referencia los estudios que muestran que está brecha se ha estrechado en los últimos años, en varios países que han enfrentado la situación.

El interés se centró en desarrollar tanto en el profesorado en formación como en el alumnado de primaria y secundaria habilidades STEM. En este contexto la investigación abordó esta problemática, mediante una intervención en las aulas en dos niveles. En el Nivel 1, se abordó a los/as estudiantes del sistema educativo y en el nivel 2, los/as futuros/as profesores/as de Pedagogía en Matemática de Educación General Básica en el contexto de sus prácticas tempranas y profesionales. Para ello, junto al equipo de investigadores los futuros/as profesores/as diseñaron e implementaron en el aula una secuencia didáctica con problemas tipo STEM privilegiando los contextos locales y atendiendo a la diversidad de género. La muestra de alumnos/as del sistema educativo, se seleccionó mediante la técnica por conglomerados con arranque aleatorio y probabilidad proporcional quedando constituida de 12 cursos de la provincia con 336 estudiantes de los niveles primero medio, tercero técnico profesional y quinto de enseñanza básica y la muestra de profesores/as, que intervino en las aulas fue seleccionada de manera intencionada y quedó constituida de 7 grupos de 4 alumnos/as para intervenir en el sistema educativo y de 5 profesoras de educación general básica para intervenir en 5 cursos de educación general básica. Se utilizó una metodología de enfoque mixto y para la recogida de datos se utilizaron pruebas, cuestionarios, observación y focus group. Para el análisis de los datos se utilizó análisis descriptivo, componentes principales y máquina de soporte vectorial. Los resultados del estudio evidencian cambios significativos en el desarrollo de habilidades STEM, tanto en el alumnado del sistema escolar como en los/as futuros/as profesores/as que intervinieron en las aulas. Además, se evidencia que la no

existencia de brechas de género en ninguno de los niveles cuando son formados con la metodología STEM. También los hallazgos sugieren mejorar las prácticas tempranas y profesionales para superar debilidades en la formación de los futuros/as profesores/as, en particular en los/las futuros/as profesores/as de educación general básica. Las conclusiones derivadas del estudio permiten apostar por este tipo de trabajo para desarrollar en los/as estudiantes del sistema escolar, así como en los/as futuros/as profesores/as habilidades necesarias en el siglo XXI. Una propuesta integradora Tipo STEM basada en contextos locales es prometedora para abordar la enseñanza, en especial para los grupos más desfavorecidos socioculturalmente (OCDE, 2009) fortaleciendo, además, la educación técnico profesional.

2. CONTEXTUALIZACIÓN/ANTECEDENTES

En diferentes países, incluyendo Chile, existe preocupación permanente desde las instancias gubernamentales, ministeriales, académicas y sociales, por mejorar la enseñanza de las ciencias y las matemáticas, donde existe un cúmulo de investigaciones e informes, reportando diagnósticos y propuestas, en todos los niveles de enseñanza, incluyendo la formación del profesorado, que han aportado evidencias de las enormes dificultades y obstáculos que presenta el alumnado en la comprensión de los conceptos y procesos y en la utilización de éstos en contextos de aplicación. Asimismo, se reporta que las matemáticas y las ciencias se entregan en forma parcelada, fuera de contextos, sin aplicaciones, como una colección de hechos aislados desprovistas de valor y a espaldas de la realidad histórica, social y cultural en las cuales se ha desarrollado (Millar & Osborne, 1998; Sjøberg, 2002; Osborne, Simon & Collins, 2003; Aikenhead, 2003; Gil et al., 2005; Aravena, Caamaño y Giménez, 2008), lo que no le permite al alumnado del sistema escolar desarrollar habilidades y destrezas para comprender el rol de la actividad científica para la sociedad actual y futura (Aravena, Caamaño & Giménez, 2008; Aravena & Caamaño, 2009; González, et al, 2009). Esta forma de trabajo arraigada en los sistemas educativos, desde hace décadas, podría ser la causa del rechazo de muchos estudiantes por las disciplinas científicas y de la elección de carreras universitarias en estas disciplinas (OIE, 2010).

En numerosos países ha habido un interés creciente por la mejora de la enseñanza de las ciencias y las matemáticas, generándose diversas iniciativas para fomentar el interés científico de niños y niñas, dando especial atención por incorporar a las niñas a estas áreas. Es así como desde la década de los 60, en varios países europeos, se ha venido ejerciendo una creciente influencia en las políticas nacionales de educación, generando una presión para que se imiten prácticas educativas exitosas en varios países europeos (Steiner-Khamsi, 2003; Takayama, 2008, citado en Science Education in Europe, 2012). Pero es a partir de finales de la década de los 90 que uno de los objetivos centrales de la agenda política de muchos países europeos ha sido la búsqueda de estrategias para incentivar a niños y niñas a estudiar ciencias.

El Informe de la Comisión Europea para la Enseñanza de la Ciencia del año 2012, realiza una descripción detallada de las diversas iniciativas y evaluaciones que se han llevado a cabo con ayuda

económica de los ministerios o comisiones científicas por apoyar proyectos que aborden iniciativas de género para el desarrollo de los procesos creativos de las niñas y niños. Se destaca la creación de centros científicos, formación permanente del profesorado, proyectos enfocados para mejorar la enseñanza de las ciencias en las niñas, como ocurre con Alemania, España, los Países Bajos y Noruega. También consideran los primeros niveles de enseñanza como claves para incrementar el interés por las ciencias, por el gran sentido de curiosidad natural que tienen a esa edad las niñas y niños (Osborne y Dillon, 2008). Las razones que se encuentran en la base de las medidas como impulsoras de las estrategias dirigidas a mejorar la enseñanza de las ciencias son variadas: Disminución del interés por los estudios de ciencias y sus profesiones relacionadas; aumento de la demanda de investigadores y técnicos cualificados; preocupación por el posible declive de la innovación y, en consecuencia, de la competitividad económica.

En el caso de Chile el informe GET (2016) destaca que la preocupación, en las últimas décadas, se ha centrado en dar cobertura a la educación básica que supera el 90% y en la educación media supera el 70%. Por lo tanto, hoy se plantean nuevos desafíos vinculados con la igualdad de género, debido a que, desde edades tempranas, las niñas y los niños reciben estímulos distintos, lo que tiene como consecuencia que en asignaturas como matemática, la brecha sea la más amplia de la OCDE (11 brecha promedio) con 25 puntos a favor de los varones. Las evidencias son coincidentes con estudios internacionales, donde las diferencias se explican en gran medida por los factores socioculturales y por las prácticas que transmiten estereotipos de género en la enseñanza que se encuentran instaladas en el sistema educativo de nuestro país.

Es importante reconocer además que Chile no ha estado ajeno a la preocupación por incentivar a niños y niñas en desarrollar sus habilidades científicas. Arellano (2012) plantea que el proyecto EXPLORA, tiene una historia de 15 años, incentivando y fomentando una cultura científica y tecnológica en el alumnado del sistema escolar. También desde el Ministerio de Educación, se han impulsado iniciativas para perfeccionar a docentes de educación básica y media, tanto en matemáticas como ciencias y se han destinado recursos para ejecutar propuestas tendientes a obtener evidencias empíricas que aporten a la mejora en el sistema educativo en su conjunto.

A pesar de todas las iniciativas, una de las problemáticas que enfrentan la mayoría de los países ha sido el escaso interés del alumnado por la ciencia y, en particular, las miradas se han concentrado, desde hace varias décadas, en el bajo interés de las jóvenes por seguir carreras científicas, aunando esfuerzos en la búsqueda de estrategias para incorporar cada vez más a las niñas y las jóvenes en que se interesen por las actividades científicas y tecnológicas (Comisión Europea, 2007). Uno de los objetivos fundamentales de la planificación educativa tanto en Estados Unidos como en Europa, han estado dirigidas a incorporar iniciativas exclusivamente a desarrollar las vocaciones científico-tecnológicas entre las niñas de primaria y secundaria, fomentando un enfoque interdisciplinario de los procesos de enseñanza y de aprendizaje, incorporando contextos y situaciones de la vida cotidiana y utilizando todas las herramientas tecnológicas necesarias, aportando, incluso desde las

artes, las capacidades y competencias como la creatividad y el pensamiento divergente, como modo de complementar el aprendizaje científico y tecnológico. Varios son los ejemplos que la literatura coloca a disposición, destacamos proyectos STEM, donde se trabajan situaciones integradoras, entre ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, colocando a disposición la matemática a través de la modelación, tratamiento de imágenes, comportamiento de patrones, enfocado a que tanto las niñas como los niños comprendan el comportamiento de numerosos fenómenos científicos, sociales y culturales para un desarrollo sustentable y una mejor calidad de vida de la población. También se encuentra la Plataforma Scientix, en el National STM center de UK, o las actividades del proyecto ENGAGE que promueve una investigación e innovación responsables desde un enfoque indagativo. Dentro de estos proyectos la literatura ha puesto en evidencia que existe consenso del fomento de habilidades tales como: modelación, enunciado de estudio de conjeturas, formulación de argumentos, análisis de datos, elaboración de pruebas y demostraciones, comunicación de procesos y resultados, entre otras (PISA, 2006, 2012). También se trabajan problemas, a partir de áreas de conocimientos científicos controvertidas, como es la incertidumbre con el propósito de cambiar la forma en que se enseña ciencia, donde los valores y argumentos importan tanto como los hechos.

Asimismo, los estudios muestran que uno de los factores que estaría influyendo en el desinterés de la juventud por el estudio de carreras científicas, entre otras razones, son los métodos de enseñanza, los procesos evaluativos y la escasa orientación que ofrecen en los centros escolares, que ayude a potenciar una orientación profesional de alta calidad prestando especial atención a las jóvenes, contrarrestando los estereotipos al ser consideradas, estas carreras, como una disciplina masculina (Brotman y Moore, 2007, citado en Euridyce, 2011). Se apunta a la necesidad de una orientación educativa y profesional específica para el ámbito de las ciencias y, a la vez, sensible a la dimensión de género.

Aunque la preocupación de los diferentes países se ha centrado en la búsqueda de estrategias por aumentar el interés del alumnado por materias científicas, uno de los temas que ha estado en la agenda de discusión internacional es el problema de género, puesto que también afecta a la elección de carreras científicas debido a que las jóvenes están mucho menos interesadas en elegir estas carreras (Sjøberg y Schreiner, 2008). En el caso de matemáticas, las diferencias de género no son fáciles de analizar, puesto que en general las niñas y niños, obtienen resultados similares en la mayoría de los países y en casi todos los cursos. El estudio de TIMSS no muestra una diferencia de género apreciable en los resultados de cuarto y octavo año de educación general básica, pero en los informes de PISA se menciona una ligera ventaja de los varones con respecto a las mujeres, mostrando, además, en PISA (2003), diferencias muy significativas de género en cuanto a su interés y afición por las matemáticas, su autoestima y sus emociones en relación con esta disciplina. Se coloca en evidencia un menor interés y afición por las matemáticas y tienden a experimentar niveles más elevados de ansiedad que en el caso de los varones muestran mayor confianza en su competencia matemática (OCDE, 2004).

Respecto de la ciencia, los estudios dan cuenta que se encontraron diferencias de género en cuanto a las competencias científicas, donde en promedio las mujeres superan a los varones mostrando mayores habilidades en la identificación de fenómenos científicos, mientras los varones eran superiores en la explicación científica de los fenómenos. Sobre las actitudes evaluadas, hay una diferencia de género en el autoconcepto de las y los estudiantes en ciencias, donde las mujeres tenían un nivel de confianza menor a los varones (OCDE, 2007; Eurydice, 2011).

También se coloca de manifiesto los prejuicios del profesorado en cuanto a las capacidades de las mujeres en relación con las matemáticas y las ciencias, donde en la interacción entre el/la profesor/a y el alumnado se tiende a estimular y dar un mayor protagonismo a los varones (Edwards, Micheli y Cid, 1993, citado en Flores, 2007). Investigaciones evidencian que en clases mixtas tanto niños como niñas reciben tratamiento diferente de parte del profesorado, observándose que los niños dominaban las discusiones grupales prestándoles más atención, dándoles más frecuentemente la palabra e incluso aceptando que éstos llamasen al profesor o profesora mientras las niñas se mantenían sentadas con las manos levantadas. Por otra parte, también se identificó que reacciones de aceptación y elogios de profesoras y profesores eran diferenciadas según se dirigieran hacia estudiantes hombres o mujeres y en términos evaluativos no usaban el mismo criterio en el desempeño de las niñas. Finalmente, también hay que destacar la importancia de expectativas inconscientes que influyen en la orientación de las jóvenes hacia estas disciplinas, dando lugar a prácticas discriminatorias (Sadker y Sadker, 1994, 2000; Brancamonte y Rojas, 1996, citado en Flores, 2007).

Por otro lado, existen estudios que refutan resultados de las diferencias entre hombres y mujeres respecto de las capacidades cognitivas. Gipps y Murphy (1994) mostraron que las pruebas en las cuales hay diferencia de resultados según género pueden no ser necesariamente exactas en la predicción del rendimiento o capacidad futura para aprender. Los autores manifiestan que estas pruebas pueden no ser del todo útiles para predecir qué estudiantes tienen posibilidades de lograr éxito o no en la escuela. William (2000) sugiere que las diferencias de género en la cognición son pequeñas y se han estrechado aún más en algunos temas en los últimos años. Un descubrimiento importante de la literatura es que las diferencias de género en el rendimiento, incluso en materias como las matemáticas y la ciencia, son pequeñas y han ido disminuyendo constantemente durante los últimos 20 años (William 2000, pág. 661; Inda-Caro et. al, 2010, citada en Gamboa, 2012). William (2000) plantea que en estudios donde se muestran diferencias significativas en el rendimiento deben ser tomados con cautela, puesto que estos pueden estar estereotipados o sesgados hacia uno u otro género y podría ser posible que ellas no ponen a prueba las habilidades y conocimientos más relevantes. Así también podrían no reflejar o predecir la capacidad de aprender. Mella (2006, citada en Gamboa, 2012) avala estos planteamientos y apunta a que tales diferencias resultan discutibles y que basta con revisar algunas mediciones donde no se dan tales diferencias. Por otro lado, Elwod (1998) presenta varios estudios donde se han analizado diferentes evaluaciones mostrando sesgos en las preguntas que se realizan, respecto a los ejemplos que se dan en la sala de clases, en torno a problemas de profesiones que han sido históricamente

potenciadas para el ámbito masculino y en el caso de ejemplos donde las mujeres han sido protagonistas del avance científico y tecnológico, estos ni siquiera aparecen.

Otro aporte importante que se ha considerado como referente en este estudio son los informes de la OCDE, a través de los programas PISA y TIMSS, pruebas que se han implementado desde la década del 2000, para que sus países miembros adopten medidas y decisiones de políticas públicas necesarias para mejorar los niveles educativos, en el entendido que la educación permite el desde la década del 2000, para que sus países miembros adopten medidas y decisiones de políticas públicas necesarias para mejorar los niveles educativos, en el entendido que la educación permite el desarrollo y crecimiento económico y social de los países (OCDE, 2001). Debido a los resultados poco satisfactorios, en estas pruebas estandarizadas, los países que integran OCDE han tomado medidas que tienen como objetivos metas educativas más amplias, entre las que se destacan: fomentar una imagen positiva de las ciencias; mejorar la enseñanza y aprendizaje de las ciencias y las matemáticas en los centros escolares; aumentar el interés del alumnado por estas materias; incrementar el esfuerzo para que haya un mayor equilibrio en cuanto al género en los estudios y profesiones relacionadas con matemáticas, ciencias y tecnología.

En este contexto y tomando en consideración las investigaciones descritas, el interés se centra en abordar la brecha de género en el desarrollo de las habilidades matemáticas, científicas y tecnológicas que conducen al estudio de problemas integradores tipo STEM. Precisamente diversos resultados (Pisa, 2016; SIMCE, 2016) muestran que esta brecha, tanto en Chile como en diversos países, no se ha estrechado en los últimos años en estas disciplinas, por tanto, el estudio aborda esta problemática mediante una propuesta que considera la necesidad de que en la formación del profesorado y del alumnado se les prepare, sin exclusión de género, en el desarrollo de las habilidades mencionadas, para enfrentarse a los cambios tecnológicos y científicos y, a la vez, a la rápida obsolescencia de los mismos, pero con una fuerte base matemática. Lo anterior les ayudará no solo a resolver problemas, sino que en el futuro, tanto varones como mujeres, puedan poseer las habilidades para levantar los nuevos problemas que requiere la sociedad para lograr un desarrollo sustentable.

3. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Nivel 1. Sistema escolar

Para dar respuesta a la problemática de estudio, nos proponemos responder las siguientes interrogantes de investigación:

P1: ¿Cuál es la brecha existente en el desarrollo de las habilidades matemáticas, científicas y tecnológicas que presentan las y los estudiantes del sistema escolar municipal cuando resuelven situaciones en contextos integradores tipo STEM?

P2: ¿Cuáles son las habilidades matemáticas/científicas/tecnológicas que manifiestan las y los estudiantes del sistema escolar cuando son formados mediante una propuesta que integra estas disciplinas a través de situaciones tipo STEM?

P3: ¿Qué factores influyen en el aumento de la brecha de género en el desarrollo de habilidades matemáticas/científicas/tecnológicas entre hombres y mujeres en el sistema escolar?

P4: ¿Qué factores del diseño de clases y gestión de aula influyen a que se estreche la brecha cuando se atiende a la diversidad de género, mediante un modelo pedagógico didáctico que integra las disciplinas matemáticas, ciencia y tecnología?

3.2. Nivel 2. Sistema universitario

P5: ¿Cuáles son las habilidades matemáticas/científicas/tecnológicas que desarrollan los/as futuros/as profesores/as cuando son formados mediante una propuesta que integra las disciplinas tipo STEM?

P6: ¿Cómo operacionalizan las habilidades matemáticas/científicas/tecnológicas en el diseño de problemas y en su implementación en las aulas de educación primaria y secundaria?

4.OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Caracterizar las habilidades matemáticas/científicas/tecnológicas que manifiestan las y los estudiantes del sistema escolar cuando son formados en la resolución de situaciones en contextos a través de un modelo pedagógico-didáctico que integra las disciplinas y es implementado por futuros/as profesores/as, para atender a la diversidad de género.

4.2. Objetivos específicos

O1: Describir la brecha de género existente entre las y los estudiantes del sistema escolar en el desarrollo de las habilidades matemáticas, científicas y tecnológicas en la resolución de situaciones en contextos integradores.

O2: Identificar las condiciones y restricciones de futuros/as profesores/as en práctica de Pedagogía en Matemática y de Educación General Básica con mención en matemática, para la apropiación integrada de matemática, ciencia y tecnología, con el propósito de aportar en el diseño de una secuencia didáctica que permita articular las disciplinas atendiendo a la diversidad de género y evaluar su eficacia en las aulas de la Provincia de Talca.

O3: Analizar cuantitativamente el perfil inicial y de progreso del alumnado del sistema escolar, que permitan caracterizar las habilidades que manifiestan cuando son formados mediante la secuencia didáctica integradora.

O4: Describir, a través de un estudio de caso, la evolución de un grupo de futuros/as profesores/as en Práctica de Pedagogía en Matemática y de Educación General Básica con mención en Matemática en el diseño de la planificación, ejecución y análisis de la gestión de las clases.

5. MARCO TEÓRICO

El presente capítulo da cuenta de las habilidades requeridas en la formación del alumnado de todos los niveles del sistema educativo. En primer lugar, se presenta una descripción de los estudios referidos a las habilidades requeridas en la formación inicial del profesorado y del alumnado del sistema escolar mediante la educación STEM. Se reportan los requerimientos de la sociedad actual y de las iniciativas que se están realizando en los países líderes mediante la utilización de este método. En segundo lugar, se presentan resultados de estudios sobre las habilidades que se desarrollan cuando se trabaja la resolución de problemas en contextos de aplicación mediante el modelamiento matemático. En tercer lugar, se muestran investigaciones que dan cuenta de la formación del profesorado de matemática y de la necesidad de generar cambios para mejorar no solo su propia formación, sino que la del alumnado del sistema educativo donde proyecta su quehacer. En cuarto lugar, se realiza un recorrido por las investigaciones que muestran diferencias de género y estereotipos en la formación del alumnado tanto en la enseñanza de las ciencias como de las matemáticas y finalmente un posicionamiento teórico que sirve de base para la metodología y la discusión de resultados.

5.1. Habilidades matemáticas requeridas en el siglo 21. Educación STEM

El término STEM (Science, Technology, Engineering y Mathematics) surge en la década de los 90 en Estados Unidos para referirse a un nuevo enfoque que busca la articulación de la ciencia, tecnología, ingeniería y matemática (Sanders, 2012). En sus inicios el interés se focalizó en el

ámbito de la investigación, desarrollo, educación superior e industrias, y a partir del siglo XXI se adoptó y expandió el concepto de Educación STEM en el ámbito de la educación escolar (Corfo y Fundación Chile, 2017). En este escenario algunos países que adoptaron la educación STEM en el ámbito de la educación escolar, fueron transitado poco a poco de un modelo de Educación STEM a uno denominado STEAM o STEM + A, lo que implica incorporar las artes y el diseño. Esto último, con el propósito de acercar al alumnado que no se manifiesta tan cercano a las ciencias.

La literatura evidencia que producto de los cambios sociales, económicos y tecnológicos que demanda la sociedad (Kennedy y Odell, 2014; Quiceno, 2017; Ruiz , 2017) ha traído consigo una serie de adaptaciones a nivel educativo; con el objetivo que la futura fuerza laboral cumpla con las demandas del mundo moderno aportando al fortalecimiento de la economía y al crecimiento de las naciones (Wells, 2008; Ritz y Fan, 2014), lo que se refleja en el nacimiento de nuevos trabajos y a la vez la desaparición de otros en las próximas décadas (Martín, et al., 2016; Araya, 2016). Es así como muchos países han decidido intentar dar respuesta a estas necesidades, mediante la incorporación de la educación STEM dentro de las prácticas educativas.

Diversos autores (Sanders, 2009; Wells, 2008; Yakman, 2008) explicitan el significado de la educación STEM, de tal forma de cumplir con el objetivo que se persigue y evitar ambigüedades y/o confusiones en su aplicación. Sanders (2009), ha puesto el énfasis en reemplazar la “Educación STEM” por “Educación integrada STEM”, debido a que muchas veces su implementación se ha llevado de manera parcelada y Yakman (2008) asume además de un aspecto integrador un marco educativo que vincula las ciencias duras con las artes debido a que aportan componentes esenciales para el desarrollo de la creatividad y la innovación.

Los beneficios de la educación STEM o Educación integrada STEM son declarados en los diversos estudios puesto que se cumple de manera integral con el perfil del estudiante del siglo XXI. Esto se manifiesta porque existe una correspondencia natural entre las habilidades necesarias para el siglo XXI (creatividad e innovación, pensamiento crítico; resolución de problemas; comunicación; uso de las tecnologías; gestión de la información entre otras) y los planes de estudios STEM (Beers, 2011; Scott, 2015). En Ruiz y Fan (2014) se encuentra un estudio detallado de los países que han incorporado Educación STEM o STEAM. En definitiva, los propósitos de la educación STEM son: profundizar comprensión conceptual de estas disciplinas, ampliar su comprensión a través de su uso social y contextos STEM culturalmente relevantes y aumentar el interés del alumnado en las disciplinas STEM a la hora de optar por una carrera (Roehrig, Moore, Wang, y Park, 2012; Asencio, 2018).

En el caso de los estudios de género, que es el interés de esta investigación, los autores coinciden en que las habilidades de las mujeres no son un tema central de discusión, es más, algunos hacen referencia a los sesgos de pruebas competitivas (por ejemplo PSU) (Arias, 2016) o los criterios evaluativos dispares que aplican los docentes al interior de los centros escolares al conocer el sexo de quienes evalúan (Lavy y Sand, 2014; Sarah, 2015), lo que permite inferir que la brecha existente en el rendimiento académico en disciplinas STEM no refleja necesariamente una diferencia real en las habilidades de hombres y mujeres. Por lo tanto, la problemática de las mujeres en STEM estaría

situada en los factores sociales (dentro y fuera del aula) tales como estereotipos, instrumentos evaluativos, pruebas estandarizadas (PSU, SIMCE) lo que sesgan las habilidades estableciendo brechas de género, convirtiéndose en uno de los factores que vienen a determinar la elección de carreras técnicas o universitarias una vez que egresan de la educación secundaria. Asimismo, se puede desprender de dichos estudios que la incorporación de STEM en el sistema de educación escolar es útil para divulgar en tiempo oportuno las carreras técnicas o universitarias en el ámbito de STEM e incluso el STEM + A podría cautivar el interés de mujeres que se sienten más lejanas a estas disciplinas. Esto en conjunto con iniciativas que permitan visibilizar los aportes de figuras femeninas en dichos ámbitos disciplinares.

5.2. Formación del profesorado en STEM

Respecto a los estudios relacionados con la formación del profesorado, es posible evidenciar escasos estudios que se centran en la etapa de formación inicial. Se reconoce el estudio de Goldhaber, Gratz y Theobald (2017) que se ha centrado en analizar la preparación que tienen los futuros docentes de Washington para enfrentar la enseñanza STEM a partir del análisis de la evaluación que mide habilidades en la etapa final de su formación. Si bien no se reconocen ni describen procesos de formación en STEM durante la formación inicial del profesorado, otra investigación evidencia que en cursos de capacitación de corto plazo (escuelas de verano) con docentes novatos se alcanzan resultados significativos en sus prácticas de aula (Ascencio, 2018; Poblete, 2019).

Lo anterior permite ver con optimismo el desafío que ha planteado en Chile la denominada coalición STEAM, convocada por Corfo y Fundación Chile (2017), en la que participaron personalidades de la sociedad civil del mundo público y privado, tanto del ámbito educativo como de las disciplinas STEAM (de la academia y de la industria), quienes se reunieron para identificar los desafíos del país para instalar el enfoque STEAM en el sistema nacional. De dichos desafíos, en este estudio se destaca uno en el ámbito de la formación inicial del profesorado: 1) Escuelas de pedagogía, el desafío pendiente: las nuevas generaciones de docentes requieren de la sensibilidad, las herramientas y las metodologías para desarrollar espacios de aprendizaje apropiados para el fomento de la curiosidad, el trabajo colaborativo e interdisciplinario. También es importante desarrollar prácticas de ensayo y error, incluyendo la equivocación como parte del proceso de aprendizaje. Complementando con elementos lúdicos, usos de tecnología y la formación de destrezas de emprendimiento, los nuevos docentes contarían con más herramientas para aterrizar muchos de los conceptos STEAM en el aula, anticipándose o acompañando el cambio en sus estudiantes; 2) Tanto los contenidos como las metodologías de aprendizaje y las oportunidades de práctica de los estudiantes de pedagogía deben ser actualizados para iniciar el cambio cultural que potencie espacios de experimentación profesional en beneficio de los aprendizajes (p. 44).

En este escenario, el estudio que se presenta asumió el desafío en el ámbito de la formación inicial del profesorado para la enseñanza de las matemáticas tanto a nivel de educación básica como media, considerando un proceso de formación con oportunidades de aplicación en el aula escolar,

específicamente, en las prácticas de aula que se consideran en los respectivos programas de formación. Para ello, fue necesario tener en cuenta que la educación STEM puede abordarse a través de un enfoque interdisciplinario o integrado, es decir, se puede considerar el diseño de solo una asignatura STEM (como es el caso de Corea del Sur), o bien, se puede considerar la integración de dos o más disciplinas al interior de las actividades de aula en una asignatura (Corfo y Fundación Chile, 2017), tomando además como referentes las prácticas de enseñanza declaradas por NCTM (2015).

De acuerdo con lo anterior, el estudio consideró la integración de la ciencia y/o tecnología en el marco de la asignatura de matemática, teniendo en cuenta los propósitos de la educación escolar en Chile, es posible llevar a las aulas la enseñanza STEM. Asimismo, se espera desarrollar habilidades tales como: modelación, argumentación, comunicación y representación. En esta línea, la ciencia ofrece la oportunidad de otorgarle contexto al aprendizaje matemático a partir del estudio de fenómenos naturales y sociales en el ámbito de la biología, la química, la física, la geología, y la astronomía. En cuanto a la tecnología, es posible integrarla con la matemática para que el alumnado comprenda su entorno artificial, es decir, las creaciones que realizan las personas con el propósito de resolver problemas y satisfacer las necesidades humanas de diversa índole, donde la creatividad, la perseverancia, el pensamiento crítico y científico y las habilidades prácticas juegan un rol fundamental.

Estas ideas base, en relación con las posibilidades de integración que ofrece el currículum nacional, junto con los antecedentes empíricos que aportan las distintas investigaciones, permiten trazar ideas claves para orientar los procesos formativos de futuros(as) profesores(as) de enseñanza secundaria y primaria, quienes tendrán el desafío de diseñar y aplicar una unidad didáctica con enfoque STEM en sus espacios formativos de prácticas. Entre estas ideas base se destaca: 1) Reflexión crítica respecto a la educación tradicional y la necesidad de una educación constructivista para instalar un proceso de formación STEM en el aula escolar (Clough, Berg, y Olson, 2009); 2) Desarrollar actividades de aula que impulse al alumnado a ser empáticos, identificando problemas que pueden afectar su diario vivir, para luego generar soluciones creativas (Plattner, 2010), 3) Procesos de retroalimentación durante la supervisión de las prácticas STEM con el propósito de potenciar y mejorar la enseñanza (Feiman-Nemser, 2001); 4) Resaltar el escenario STEM con perspectiva de género. En dicho escenario se observa que las carreras STEM crecen tres veces más rápido que otras carreras, y el número de estudiantes de sexo femenino aún se mantiene significativamente más bajo en comparación con los varones (Milgram, 2011). En este ámbito, como se ha señalado anteriormente, es necesario visibilizar los aportes de la mujer en STEM (Verdejo, 2017), 4) Potenciar el trabajo colaborativo en el proceso de diseño de clases STEM, es decir, superar el perfil típico del trabajo individual (Castro-Félix y Daniels, 2018) y 5) Modelización como base de los procesos de enseñanza y aprendizaje en STEM (Czocher, 2016).

También hemos tomado en consideración proyectos piloto que se están desarrollando en Chile, tales como La Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM); la Universidad de Chile (UCH); STEM Academy y la Fundación Panamericana para el Desarrollo (FUPAD) donde se han generado

una serie de iniciativas tendientes a integrar las disciplinas, tanto para el alumnado como profesorado. Se destacan talleres de robótica y proyectos (Martín, et al., 2016), en la formación del profesorado con actividades para desarrollar conceptos científicos mediante el uso de robots programables (García et al., 2017). Aunque estas iniciativas son importantes coincidimos con Araya (2016), cuando manifiesta que son intentos específicos por crear el cambio en el sistema educativo, pero se necesita una integración real entre las asignaturas en las salas de clases del país, puesto que se debe considerar que la base educacional de STEM intenta quitar las barreras que separan estas cuatro disciplinas mencionadas e integrarlas con experiencias de aprendizaje rigurosas y significativas para el alumnado.

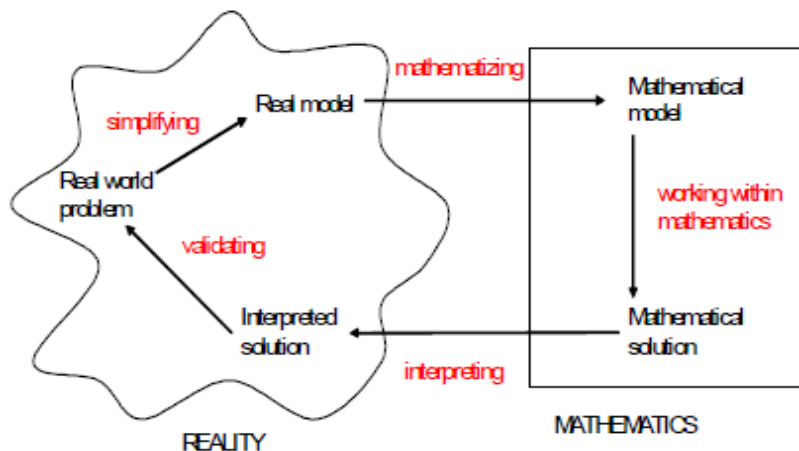
5.3. Habilidades en procesos de modelamiento matemático

Diversas investigaciones y acercamientos destacan que un trabajo matemático basado en la modelación de fenómenos, tanto naturales como sociales, ha permitido múltiples beneficios educativos en su aplicación en todos los niveles educativos. Se destacan, además, el logro de conexiones entre las matemáticas escolares y las de la vida diaria, la promoción de la comunicación y el trabajo colaborativo, el papel de la tecnología en el aprendizaje, la importancia del aprendizaje colaborativo y el desarrollo de competencias de modelación (Niss, 1989; Blum, 2002; Blom et. al, 2007; Blom y LeiB, 2007; Gómez, 2007; Blomhøj y Kjeldsen, 2009; Blomhoj, 2009; Niss, 2011; Rodríguez, 2016; OCDE, 2007, Cordero, 2016; Aravena, 2016; Biembengut, 2016; Aravena, 2001; Aravena, 2002; Aravena, Caamaño & Giménez, 2008, Aravena, 2016).

Muchos son los enfoques que se han trabajado como una forma de explicar el proceso de modelización visto como una nueva forma de enseñar matemática distinguiendo diferentes ciclos para usar y crear un modelo matemático cíclico (Niss, 1989; Gómez, 1998; Blum 2009; Blum, & Borromeo (2009); Blomhøj, & Højgaard (2003, citado en Blomhøj, 2004, p.23; Galbraith & Stillman (2006), Maaß (2006). En el estudio consideramos el modelo de Maaß (2006) que se presenta en la figura x donde se explica el ciclo de modelación y las recomendaciones de diversos autores que explicitan las dificultades y obstáculos en dichos ciclos. También los autores han incorporado las dificultades en cada etapa del ciclo (Gómez, 2007; Blum & Borromeo, 2009).

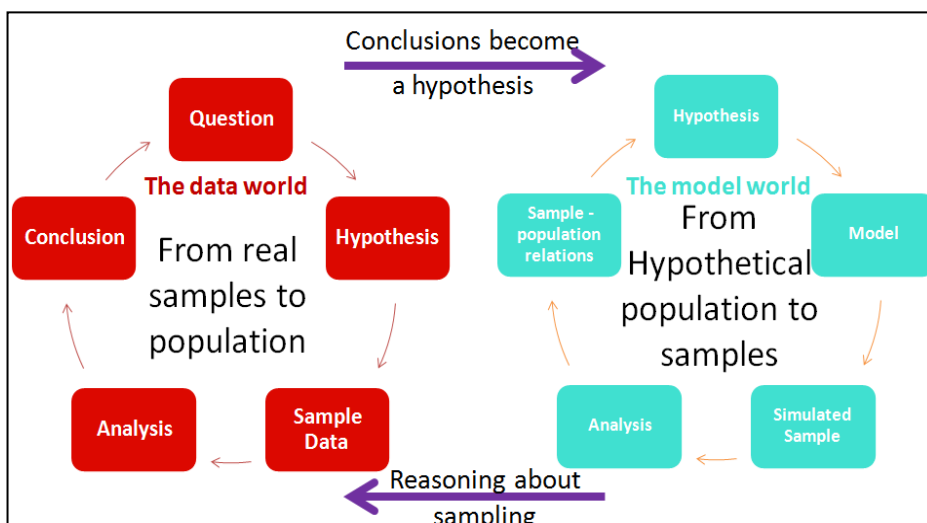
En la figura 1 se ilustra la propuesta de Maaß (2006), proveniente del ciclo de modelación de Blum (1996) que ha sido considerada en el estudio.

Figura 1. Proceso de Modelación descrito por Maaß (2006, p.115)



Los procesos de modelado también han sido reportados en el ámbito de la educación estadística, distintos investigadores exponen que para alcanzar un óptimo desarrollo del razonamiento estadístico, es esencial plantear situaciones problemáticas en las que se dé inicio a un proceso de exploración, análisis de datos e inferencia estadística informal (en los niveles de educación primaria) para obtener información acerca de una situación real (Moore, 1990; Moore, 2005; Garfield y Ben-Zvi, 2008; Makar & Ben-Zvi, 2011; Lehrer y Schauble, 2004). Es así, como en el caso de la relación de muestras se puede observar la integración del mundo de los datos con el ciclo de modelado (Figura 2), los que se trabajan de manera integrada.

Figura 2. Fundamento del enfoque de modelado integrado (IMA)



Fuente: Extraído de Pazo y Ben-Zvi (2017, p.120).

5.4. Género en matemática, ciencia y tecnología

Otro de los elementos considerados en este estudio tiene que ver con la investigación sobre estudios de género, concepto que tiene varias décadas de antigüedad, y que ha sido estudiado en forma intensa en diversas investigaciones desde la antropología, psicología, política, ciencias sociales, economía y tecnología entre otros puntos de vista (Lamas, 1986; Barbieri, 1993; Espinar, 2003; González, 2009, Rebolledo, 2014; Poblete, 2019; Barbieri, 1993; Jiménez, 2003). Conway, Bourque, Scott, 1987; Sullerot, Monod, 1976; Jiménez, 2003) González, 2009; Sepúlveda, Manquepillán, MINEDUC, 2017; Mayobre, 2004; Poblete, 2019).

En el ámbito educativo y específicamente en matemáticas y ciencias, que es el interés del estudio, el trabajo desarrollado por Del Río, Strasser, Susperreguy, (2016), que persigue conocer la influencia de los estereotipos sobre el desempeño académico (enmarcándose en la educación parvularia), demuestra una clara injerencia de los padres y profesores sobre estudiantes desde temprana edad, ya que de acuerdo al estereotipo de que los hombres son mejores en matemática que las mujeres, se obtiene como resultado un impacto importante en el autoconcepto que se crea la o el estudiante, lo que culmina en conductas y desempeño en la asignatura de acuerdo a los mismos. Además, el hecho de que padres y profesores/as tengan el estereotipo a favor de los hombres, permite suponer que a medida que los niños y las niñas avanzan en su etapa escolar, se van ofreciendo diferentes oportunidades de aprendizaje que sean consecuentes con ello.

Los estudios muestran que en el área de matemática la brecha comienza aproximadamente a partir de los 12 años, ya que antes de esta etapa las diferencias por sexo no son significativas, y a medida que avanzan en su etapa escolar, la brecha se acrecienta aún más (Arias, 2016; Aros, 2017). Chile presenta una brecha importante, en favor de los hombres, en todos los niveles educativos, incluyendo la elección de las carreras universitarias, y aún más, es uno de los países latinoamericanos en que los hombres tienen resultados significativamente mejores que las mujeres en matemática y ciencias (Del Río, Strasser, Susperreguy, 2016; Arias, 2016), avalado también por los resultados de las pruebas SIMCE y PSU. Lo anterior genera además un conflicto en las etapas posteriores, tanto en educación superior como al insertarse en el mundo laboral, donde las mujeres muestran menor participación que los hombres, salarios más bajos, pocas mujeres en cargos importantes (Sepúlveda y Manquepillán, 2017).

Varios países han tomado acciones en pro de disminuir esta distancia durante la última década, reduciéndola en cierta medida, y logrando a su vez que más mujeres se animen a ser parte de carreras STEM (Jiménez, 2003), pero a pesar de este progreso la discriminación basada en el género por una serie de factores sociales y culturales instalados, impide la igualdad de oportunidades para que las mujeres puedan beneficiarse de la carrera que ellas elijan, siendo diferencias que no tienen relación con la capacidad cognitiva, sino que están dadas por la socialización de la que son parte (UNESCO (2017). Por ejemplo, en Chile existe evidencia empírica que da cuenta de que las carreras con mayor concentración de mujeres son las relacionadas con el área de cuidado, tales como salud, pedagogía, principalmente educación parvularia y diferencial, mientras que los hombres se

concentran mayoritariamente en carreras de áreas científicas y técnicas, tales como ingenierías y técnicas relacionadas con las matemáticas (Bordon, Canals y Mizala, 2017).

Otro de los factores respecto a la brecha de género lo revela la investigación realizada por el Departamento de Estudios y Capacitación del Servicio Nacional de la Mujer, el año 2009, relacionada con las interacciones que tienen los profesores chilenos con sus alumnos, obteniendo resultados similares a otros países, debido a que se transmiten tanto de manera implícita como explícita prejuicios y estereotipos con respecto a las capacidades de hombres y mujeres (Del Río, Strasser, Susperreguy, 2016). Además, el estudio reveló que los docentes interactúan más con los estudiantes hombres que con las mujeres, y no por la intervención de estos en clases, sino que por un sesgo propio de las y los profesores. Aún más, éstos/as tienden a descalificar más a las alumnas que alumnos en áreas consideradas como masculinas, como matemática y ciencias; dan ejemplos en su mayoría con referentes masculinos, y relacionan hombres con ambiente laboral, y mujeres con un ambiente doméstico y de hogar. Esto no es excluyente para que las y los estudiantes también aporten a esta desigualdad, ya que parte de ellas se ven influidas también por las propias tendencias que ellos tienen de sí mismos y la manera inconsciente en que cada uno toma actitudes estereotipadas.

Arias (2016) hace un importante llamado a la revisión de los sistemas de selección de los estudiantes para el ingreso a la educación superior PSU (Sepúlveda y Manquepillán, 2017), ya que al ser de naturaleza competitiva, en el sentido que el término ha sido instalado por factores culturales, los hombres tienen una importante ventaja respecto a las mujeres, no así al ingresar a la educación superior, donde las mujeres resultan tener una ventaja por sobre los hombres en cuanto a resultados, trayectoria y egreso tanto en pregrado y postgrado (Sepúlveda, Manquepillán, 2017). Arias (2016) concluye fuertemente que los estereotipos en matemática pueden afectar la actitud de las mujeres hacia la matemática, pero no la real habilidad que poseen.

Sepúlveda y Manquepillán (2017) dan a conocer los concluyentes resultados en pruebas nacionales e internacionales como PISA (2015) y TIMSS (2015) aplicadas a los estudiantes chilenos, donde la tendencia apunta a que los mejores resultados de las mujeres son en Lenguaje, en cambio los hombres destacan en ciencias y matemáticas. La misma situación se da en pruebas nacionales SIMCE y PSU, donde particularmente en esta última se hizo un análisis de resultados desde el 2010 al 2016 y los hombres son superiores a las mujeres en matemática, historia y ciencias durante todo el periodo, exceptuando en lenguaje que lograron equiparar resultados hasta la última medición.

Particularmente, dentro de la categoría STEM, hay una tendencia positiva en términos de cerrar la brecha de género en el logro de aprendizaje relacionado con STEM a favor de las niñas, sin embargo, a pesar de que las diferencias entre ambos sexos aparecen mayoritariamente a nivel de secundaria, se vuelven mucho más notorias en educación superior, ocupando las mujeres sólo el 35% de los estudiantes de carreras STEM a nivel mundial, y donde menos existen matriculas de mujeres es en las carreras como ingeniería, construcción, ciencias, matemática y TIC (UNESCO (2017). En Chile, el 2017, casi un 50% de hombres eligió una carrera de tecnología, mientras que

aproximadamente el 9% de las mujeres se inclinó por esta área. En el área de Salud, aproximadamente el 25% de la matrícula femenina se inscribe, y sólo un 8% de los hombres lo hace. En promedio con los países de la OCDE, la participación femenina en carreras STEM se encuentra dentro de los peores lugares (Aros, 2017).

No hay dudas que la literatura mencionada concluye fuertemente la necesidad de generar intervenciones en las que se promuevan las mismas oportunidades para hombres y mujeres (González, 2003; Gamboa, 2012; Del Río, Strasser, Susperreguy, 2016, Arias, 2016; Sepúlveda, Manquepillán, 2017), y dejan en clara evidencia que los estereotipos y preconceptos que se tienen culturalmente, dificultan de manera directa el aprendizaje de las mujeres, limitando el potencial que podrían desarrollar (González, 2003; Departamento de Estudios y Capacitación del Servicio Nacional de la Mujer, 2009). Además, estos estereotipos culturales, están arraigados tanto en los adultos como en las y los estudiantes desde edades tempranas, haciendo que las mujeres sean más propensas a sentirse inferiores a los hombres desde antes de la adolescencia (Amezcuza y Pichardo, 2000; Vázquez y Manassero, 2008; Gamboa, 2012).

La literatura es extensa respecto de estudios sobre la brecha de género en matemáticas, ciencias y tecnologías, en todos los niveles del sistema educativo, mostrando diversas causas por las que se generan, entre otras, referidos a rendimientos, estereotipos, métodos de enseñanza e incluso muchas refutando resultados sobre tales diferencias entre hombres y mujeres, donde todas concluyen en la necesidad de buscar estrategias para acortar dicha brecha (Gamboa, 2012; Vázquez y Manassero, 2008).

6. METODOLOGÍA

Para dar respuesta a los objetivos del estudio y a las interrogantes de investigación el enfoque que se siguió en la investigación es de tipo cuantitativa y cualitativa. Ambas nos permitirán analizar los datos desde las distintas perspectivas y adquirir percepciones que no nos pueden ofrecer cada una por sí solas.

En el estudio se consideraron dos niveles para la intervención y el análisis de los datos. En el Nivel 1, se abordó a las y los estudiantes del sistema educativo y en el nivel 2, los/as futuros/as profesores/as de Pedagogía en el contexto de sus prácticas tempranas. En el caso de los futuros/as profesores/as de Pedagogía en Matemática se consideró aquellos/as que se encuentran finalizando el tercer año de su carrera donde les corresponde su primera práctica para desempeñarse en Educación Media y en el caso de los/as futuros/as profesores/as de Educación General Básica con Mención en Matemática, se consideró aquellos/as que se encuentran en cuarto año donde comienza su preparación para iniciar su práctica profesional.

Por tanto, la metodología se ha organizado en función de fases de investigación, en coherencia con objetivos de investigación. Fase I: Exploratoria, Fase II: Relacional y Fase III: Propositiva.

6.1. Enfoque y diseño

Se opta por un enfoque de pluralismo epistemológico (Sanhueza, Friz y Quintriqueo, 2017) comprendido como el uso de métodos cuantitativos y cualitativos para abordar un mismo objeto de investigación. De este modo, la investigación permitiría el contraste de resultados posiblemente divergentes, que obligarían a desarrollar nuevas formas de razonamiento o una nueva base de conocimientos en educación.

Fase I: Exploratoria

1) Nivel 1. Sistema escolar

El diseño que se ha seguido es cuasiexperimental de pre y posttest, sin grupo control, esto implica, una prueba inicial a las y los estudiantes del sistema escolar para identificar las habilidades matemáticas, científicas y tecnológicas (O1) y una prueba final que permita medir el avance de estos mismos estudiantes luego de haber participado de un programa educativo (intervención) mediante una secuencia didáctica integradora (O3). Se descartó la incorporación de grupo control, debido por un lado a la factibilidad económica del estudio y por otro, a la necesidad de involucrar a los/as futuros/as profesores/as (los/as estudiantes del sistema universitario) en la elaboración de la secuencia y su gestión en el aula, dando así las oportunidades de trabajar en este nuevo modelo didáctico que será aprendizaje para el futuro (apartado 6.4.).

2) Nivel 2. Sistema universitario

El diseño fue a través de estudios de casos múltiples (Martínez, 2006) con el objetivo de explorar en forma más profunda y obtener un conocimiento más amplio sobre cada fenómeno, lo cual permite la aparición de nuevas explicaciones que generan teoría. Mediante este diseño se espera identificar las condiciones y restricciones de los/as estudiantes de pedagogía para la apropiación integrada de matemática, ciencia y tecnología (O2) y valorar la evolución que tienen en el diseño de la planificación, ejecución y análisis de la gestión de clases (O4).

Fase II: Relacional

Esta fase incluye la triangulación entre los resultados obtenidos del trabajo con distintas técnicas, a saber, pruebas, análisis de contenido y cuestionario. Siguiendo los planteamientos de Sanhueza, Penalva y Friz (2013) se integraron los resultados obtenidos en las fases anteriores y se establecieron ideas núcleo que fueron desarrolladas con otros segmentos de las técnicas empleadas (por ejemplo, cuestionarios, observaciones) y fueron justificadas con el marco conceptual de partida. Implica un nivel más complejo de análisis, ya que a través de un proceso inductivo los datos fueron validados y reformulados sucesivamente a lo largo del proceso. Para una

mayor validación, el análisis conjunto fue comparado con las investigaciones señaladas en el marco conceptual.

Fase III: Propositiva

Es la última fase y contempla el levantamiento de nuevos marcos conceptuales y, particularmente, la entrega de una hoja de ruta (recomendaciones) que oriente la formación inicial docente y apoye los procesos de escolarización en educación matemática.

6.1.1. Justificación del diseño cuasiexperimental y fidelidad de la implementación

Existen diversos tipos de diseños de corte experimental, pero es importante mencionar que en el ámbito de ciencias sociales los diseños experimentales no resultan del todo apropiados puesto que al tratar con seres humanos no existe control absoluto de las variables; de allí que hemos adscrito a un diseño cuasiexperimental, específicamente, un diseño de preprueba y postprueba con un solo grupo; donde a un grupo se le aplica una prueba previa al estímulo o tratamiento experimental, después se le administra el tratamiento y finalmente se le aplica una prueba posterior al estímulo (Hernández et. Al; 2010, p. 136). Este diseño tiene la ventaja de contemplar un punto de referencia inicial para ver qué nivel tenía el grupo en la(s) variable(s) dependiente(s) antes del estímulo. Es decir, hay un seguimiento del grupo.

Si bien se ha contemplado una medición inicial y final tanto en futuros/as profesores/as, así como en las y los estudiantes del sistema escolar, el interés estuvo puesto en la comprensión de los procesos, cuestión que se aborda desde un paradigma interpretativo con uso de técnicas etnográficas. Desde esta perspectiva nos interesa, además de caracterizar las habilidades entre las y los estudiantes del sistema educativo, el levantamiento de nuevas teorías, aprender de experiencias y puntos de vista de los individuos, valorar procesos y generar teorías fundamentadas en las perspectivas de las y los participantes.

La fidelidad de la secuencia didáctica considera los planteamientos de Cruz et al. (2008) quienes lo definen como el apego a lo planeado entregando los elementos prescritos y evitando aquellos que no se ajusten a lo protocolizado. Desde esta perspectiva, la investigación buscará asegurar la fidelidad de la intervención a través de a) protocolización y estandarización de la intervención a través del apego a técnicas e instrumentos previamente validados y socializados; b) selección y formación, que para el estudio estará en manos de futuros/as profesores/as; c) criterios de evaluación para la fidelidad de la intervención, que incluye aspectos como ambiente, recursos u otros y d) monitoreo de la fidelidad de la intervención (Cruz et. al., p.61).

Aspectos que configuran la fidelidad de la intervención:

- El tratamiento lo constituye una secuencia didáctica integradora tipo STEM
- La intervención estuvo a cargo de futuros/as profesores/as, quienes implementaron la unidad en durante un mes correspondiente a 30 horas.

- La capacitación de los/as futuros/as profesores/as duró 3 meses con aproximadamente 60 hrs.
- Se consideraron protocolos de actuación para los/as futuros/as profesores/as, mediante el Plan de clases del modelo japonés que explicita: temática; objetivos generales; contenidos; actividades clase a clase, donde se analizan las posibles soluciones, posibles dificultades y errores, estrategias de regulación; materiales y formas de evaluación. Con ello nos aseguramos de que todos aquellos que participaron de la intervención se ajustaban fielmente a lo planificado evitando elementos proscritos.
- La selección y formación de los futuros/as profesores/as se llevó a cabo antes de la intervención bajo la responsabilidad de dos integrantes del equipo de investigación, especialistas en Didáctica de la Matemática, con apoyo metodológico de equipo de expertas.
- Se definieron criterios mínimos para convocar a quienes implementaron el programa, siendo algunos, nivel que lleva en la carrera, conocimientos en matemática, experiencia en prácticas profesionales (vinculación con sistema escolar previo, para el caso de Educación Básica), conocimiento de los objetivos del estudio, empleo de estrategias de aula, entre otros.
- Se definieron estrategias, tiempo y criterios para evaluar la fidelidad de la implementación (registros).
- Se consideraron, como técnica para garantizar la fidelidad de la intervención, la triangulación de investigadores.

Cuadro 1. Fases de investigación e instrumentos

Nivel	Objetivo	Muestra	Técnica/instrumento
Universidad	Identificar las condiciones y restricciones de las y los estudiantes en práctica de pedagogía en matemática y de educación básica con mención en matemática, para la apropiación integrada de matemática, ciencia y tecnología, con el propósito de aportar en el diseño de una secuencia-didáctica que permita articular las disciplinas y evaluar su eficacia en las aulas de la Provincia de Talca (O2).	Tipo: Intencionado Pedagogía General Básica, quinto año, 30 futuros/as profesores/as (primer momento). Se seleccionaron casos para el aula (4). Tipo intencionado: Pedagogía en Matemática, Tercer año, 30 futuros/as profesores/as organizados/as en grupos, máximo 4, mínimo 3. Se seleccionaron futuros/as profesores/as que obtuvieron nota sobre 6 para garantizar fidelidad de la intervención.	Prueba (pre-post) Grupos focales Observaciones

	Describir a través de un estudio de caso la evolución de un grupo de estudiantes en práctica de Pedagogía en Matemática y de Educación General Básica con mención en Matemática en el diseño de la planificación, ejecución y análisis de la gestión de las clases (O4).	1 caso para futuro/a profesor/a que intervenga en 5° básico, 1 caso para un futuro/a profesor/a que intervenga en educación media de 1ro o 3ro medio.	Observaciones (video)
Escuela	Describir la brecha de género existente entre las y los estudiantes del sistema escolar en las habilidades matemáticas, científicas y tecnológicas en la resolución de situaciones en contextos integradores (O1).	Tipo: Probabilístico aleatorio, afijación proporcional n=348 estudiantes sistema escolar Muestreo intencionado: 6	Prueba pretest
	Analizar cuantitativamente el perfil inicial y de progreso de las y los estudiantes del sistema escolar, que permitan caracterizar las habilidades que manifiestan cuando son formados mediante la secuencia-didáctica integradora (O3).	Tipo: Probabilístico aleatorio, afijación proporcional n=348 estudiantes sistema escolar	Pretest- Posttest

6.2. Contexto y participantes

6.2.1. Nivel 1. Sistema escolar

La población considera a los/as estudiantes de establecimientos municipalizados urbanos mixtos de estratos vulnerables, con índice de vulnerabilidad mayor o igual al 50%, de la Provincia de Talca, de los niveles de 5to básico, 1ero medio de la educación científico humanista y 3ero medio de la Educación técnico profesional. Justificamos estos niveles pues son el comienzo de nuevos ciclos de enseñanza y como base estudios que muestran que en estos niveles el alumnado comienza a perder el interés por la ciencia y la matemática, acrecentándose en la educación media. En el 3ero técnico profesional, es donde el alumnado empieza a trabajar sus profesiones.

Los motivos base para la elección que considera la población para el estudio, la Provincia de Talca, responde a que el equipo de investigación trabaja en formación inicial de profesores/as y se encuentra asentado en la Región donde ha sido prioridad, desde hace años, atender a este segmento de la población respondiendo a los motivos que se señalan en las características de la Región del Maule y por otro, por razones estratégicas de cercanía con los establecimientos educacionales para la experimentación, donde la Universidad, formadora de profesores/as en las áreas de ciencias y matemática y en la formación de profesores de Educación General Básica, se ha propuesto como estrategia institucional elevar la calidad de los aprendizajes en el alumnado de la Región del Maule. Además, en la actualidad cuenta con diversos convenios tales como el Proyecto

de Mejoramiento Institucional en la formación de profesores/as (PMI), Proyecto PACE que atiende a los establecimientos vulnerables de la Región, todos ellos financiados por el Ministerio de Educación.

6.2.1.1. Características de la Región del Maule y de los/as estudiantes del sistema escolar

La Región del Maule, zona eminentemente agrícola, sobrepasando un 30% de ruralidad, desde hace décadas ha presentado serios problemas educativos, sociales y altos índices de pobreza y extrema pobreza en comparación con sus pares regionales. En efecto, en los informes “Estrategias de Desarrollo Sector Educación. 1994-2000” y “Estrategias de Desarrollo Regional, Maule 2020” se recogieron los problemas más relevantes a nivel educacional, entre ellos se destacaban: formación educativa poco coherente con las necesidades locales, no se entrega una formación con visión de futuro, no se promueve la cultura, la ciencia y las materias y temas escolares no satisfacen las demandas del entorno, ni se responde a los requerimientos actuales y futuros para enfrentar desafíos de un desarrollo sustentable.

En el ámbito económico se coloca en evidencia que la Región, ha mantenido fuertemente su condición de región silvo-agropecuaria y forestal (en progresión), cosechando los mayores éxitos en los últimos años en actividades silvo-agropecuarias, industrias agrarias y forestales. Sin embargo, el éxito obtenido no se ha reflejado en las otras áreas, como es el caso de una educación de calidad en los niveles prebásica, básica y media. Se plantea la necesidad de una educación de calidad como uno de los vectores de transformación de la Región. Se pretende abordar en el futuro la educación preescolar y científico humanista, donde se han incorporado acciones tendientes a impulsar un plan de gestión y desarrollo educativo regional, que incluya la educación técnico profesional.

Otro elemento importante que da cuenta el 2do informe hace referencia a que la mayoría de los recursos se han orientado para mejorar la Ciencia, Tecnología e Innovación a los sectores productivos como son el Frutícola, Vitivinícola, Ganadero, Forestal e Industria Secundaria de la Madera, aunque el informe da cuenta que el Índice Global de Competitividad Regional sitúa a la Región del Maule en la penúltima posición del ranking (15 regiones), superando sólo a la Región de la Araucanía. En el factor Innovación, Ciencia y Tecnología, la región se ubica en el décimo tercer lugar en el ranking, a pesar de la alta capacidad académica con que cuenta, entre los que se destaca una densidad de centros de investigación y universidades con académicos investigadores asentados en la región y dos universidades pertenecientes al Consejo de Rectores de Universidades de Chile (CRUCH), donde se desarrolla investigación.

En el ámbito educativo que es el interés del estudio, se reconoce históricamente a la Región del Maule como una de las áreas geográficas con rendimientos deficitarios a nivel de mediciones nacionales en matemática y ciencia (SIMCE, PSU), donde se puede apreciar además que estas diferencias son mayores en los establecimientos municipalizados que atienden a los sectores vulnerables y aún más en los sectores rural y marginal donde se manifiesta más claramente la diversidad (Aravena, et. al, 2011). En efecto, el informe de resultados de la evaluación SIMCE

(2015), presentada por el Consejo Nacional de Educación, específicamente los de octavo año básico, dan a conocer el débil y desigual panorama en el conocimiento matemático de las y los estudiantes de la región, pues se observa una brecha abismante entre el puntaje alcanzado por las y los estudiantes de grupo socioeconómico alto (326 puntos en promedio) y las y los de grupo socioeconómico bajo (240 puntos promedio). Dichos resultados develan una brecha de 86 puntos entre ambos grupos, siendo superior a la observada a nivel nacional, 76 puntos de diferencia. Al comparar la trayectoria de ambos grupos desde el periodo 2004-2015, se puede observar que en la Región del Maule la brecha ha aumentado 17 puntos. En los resultados del SIMCE 2016 para sexto y segundo medio hay una estabilidad entre los datos del 2012 y 2016, lo que evidencia la necesidad de fortalecer los procesos formativos en los sectores más vulnerables, atendiendo así a las recomendaciones del informe OCDE y BIRD (2009). Como podemos observar, las estadísticas muestran un rezago regional tanto en indicadores de bienestar social como de escolaridad, con lo cual se hace imprescindible revalorizar en la población de la región el rol del conocimiento en ciencia, matemática y tecnología, como instrumento cognitivo y material privilegiado para el desarrollo y crecimiento de todos y todas, tomando como referente que este desarrollo y crecimiento se logra a través de la educación, la ciencia y la tecnología (OIE, 2016).

6.2.1.2. Selección de la población objetivo

Para la selección de población se realizó un estudio sociológico que permitió seleccionar los establecimientos educacionales de la población objeto de intervención siguiendo la siguiente metodología:

Paso 1: Se hace uso del *Directorio de Establecimientos 2016* (MINEDUC, 2017a), última base de datos disponible en el Directorio Oficial de Establecimientos Educacionales del Ministerio de Educación a la fecha de su recuperación (30/10/2017), a partir de lo cual se obtiene:

- El total de establecimientos educacionales de la Provincia de Talca, su estado (funcionando, en receso, cerrado y autorizado sin matrícula) y su situación de matrícula;
- Establecimientos educacionales de la Provincia de Talca funcionando y con matrícula;
- Establecimientos educacionales de la Provincia de Talca municipalizados y urbanos; y
- Tipos de enseñanza que imparten los establecimientos educacionales de la Provincia de Talca.

En este proceso se utiliza el *Esquema de registro Directorio Oficial de Establecimientos. Bases Públicas* (MINEDUC, 2016a) para descifrar las variables del *Directorio de Establecimientos 2016* (MINEDUC, 2017a) y sus valores correspondientes.

Paso 2: Se hace uso de la base de datos *Resumen Matrícula por Establecimiento año 2016* del Ministerio de Educación (MINEDUC, 2017b), a partir de la cual se obtiene:

- La matrícula total de hombres y la matrícula total de mujeres de los establecimientos educacionales de la Provincia de Talca; y
- Los establecimientos educacionales mixtos de la Provincia de Talca.

En este proceso, es el *Esquema de registro Resumen de Matrícula Oficial por Establecimientos 2016* (MINEDUC, 2016b), el documento que permite descifrar las variables de la base de datos (MINEDUC, 2017b).

Paso 3: A partir de la base de datos *PRIORIDADES 2017 CON IVE SINAЕ BÁSICA MEDIA Y COMUNAL* de la Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas del Ministerio de Educación (JUNAEB, 2017a), última disponible a la fecha de su recuperación (27/11/2017), se obtiene:

- Índice de Vulnerabilidad Escolar (IVE-SINAE) para Enseñanza Básica del año 2017, cuyo cálculo considera el total de matrícula básica del año 2016 de la JUNAEB, para establecimientos educacionales de la Provincia de Talca que imparten el nivel; e
- Índice de Vulnerabilidad Escolar (IVE-SINAE) para Enseñanza Media del año 2017, cuyo cálculo considera el total de matrícula media del año 2016 de la JUNAEB, para establecimientos educacionales de la Provincia de Talca que imparten el nivel.

Paso 4: La base de datos *Planes y programas de estudios año 2016* del Ministerio de Educación (MINEDUC, 2017d) permite obtener:

- Grados y cursos respectivos que imparten los establecimientos educacionales de la Provincia de Talca.

A partir del *Esquema de registro bases de Rendimiento Escolar 2002-2016, Planes y Programas de Estudio por curso* (MINEDUC, 2017e) es posible descifrar las variables y valores de la base de datos (MINEDUC, 2017d).

Paso 5: Se aportan explicaciones de las siguientes variables y conceptos relacionados y necesarios para la comprensión de la forma en que se seleccionó la población:

- Provincia de Talca, a partir del *CÓDIGO ÚNICO TERRITORIAL REGIÓN-PROVINCIA-COMUNA* de la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE, 2011) y del *Código Único Territorial (CUT) 2010* del Instituto Nacional de Estadísticas (INE, 2011).
- Provincia, Región y Comuna, haciendo uso del GLOSARIO más actual disponible de la división político-administrativa y censal del país del Instituto Nacional de Estadísticas (INE, 2008) al 01/03/2018.
- Establecimientos educacionales, valores del Indicador de ruralidad y valores de la variable Dependencia del establecimiento, a partir del GLOSARIO de las *ESTADÍSTICAS DE LA EDUCACIÓN 2016* del Ministerio de Educación (MINEDUC, 2017c).
- Educación formal o regular, Educación Parvularia, Educación Básica, Educación Media, Educación Superior y Modalidades educativas, para lo cual se recurre a la Ley General de Educación (MINEDUC, 2009).
- Listado de niveles de enseñanza y modalidades educativas, así como del tipo de enseñanza que los componen, haciendo uso del *Esquema de registro Directorio Oficial de Establecimientos. Bases Públicas* (MINEDUC, 2016a) y del *Esquema de registro Resumen de Matrícula Oficial por Establecimientos 2016* (MINEDUC, 2016b).

- Grados de Enseñanza Básica, de Enseñanza Media Humanístico-Científica Niños y Jóvenes y de Enseñanza Media Técnico-Profesional Niños y Jóvenes, a partir del *Esquema de registro bases de Rendimiento Escolar 2002-2016, Planes y Programas de Estudio por curso* (MINEDUC, 2017e) y del *Esquema de registro Directorio Oficial de Establecimientos. Bases Públicas* (MINEDUC, 2016a).
- Índice de Vulnerabilidad Escolar - Sistema Nacional de Asignación con Equidad (IVE-SINAE), a partir de la base de datos *PRIORIDADES 2017 CON IVE SINAE BÁSICA MEDIA Y COMUNAL e Indicadores de Vulnerabilidad* de la Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas (JUNAEB, 2017a, 2017b).

Así entonces, el desarrollo de los cinco pasos recientemente explicados otorga como resultado el listado de establecimientos educacionales de la población objeto de intervención que corresponden a: 52 establecimientos seleccionados en las comunas de la Provincia de Talca: 33 en Talca, 5 en Constitución, 2 en Curepto, 1 en Empedrado, 1 en Maule, 1 en Pelarco, 2 en San Clemente; 1 en Péncahue.

6.2.1.3. Selección de la muestra

Para la selección de la muestra se utilizó la técnica por conglomerado, puesto que las unidades de análisis (el alumnado) se encuentran encapsuladas en los establecimientos de la Provincia. La unidad muestral (establecimientos) se dividió en conglomerados (comunas). Para el diseño de los conglomerados se realizó un mapeo para analizar las comunas donde se concentran los establecimientos (representatividad) y posteriormente se hizo la selección utilizando afijación proporcional. La selección se realizó en 2 etapas: (1) número de establecimientos en cada conglomerado y (2) establecimientos con los niveles con arranque aleatorio y probabilidad proporcional. El tamaño de la muestra se estimó considerando un nivel de confianza del 95% y un error de estimación del 5%.

Descripción de la muestra alumnado del sistema escolar. Educación media y básica

En el estudio participaron los/as estudiantes del sistema escolar de las comunas de San Clemente, Péncahue, Pelarco, Talca y Maule. De los 348 estudiantes que fueron intervenidos 89 (25.57%) fueron de establecimientos técnicos profesionales (tercero medio), 130 (37.35%) de establecimientos científico humanista (primero medio) y 129 (37,06%) de educación Básica.

En la Tabla 1 se presenta la distribución de la cantidad de estudiantes por curso y género.

Tabla 1. Distribución de la cantidad de estudiantes por curso y género

Curso	Femenino	Masculino	Total
Escuela 1 Ed. Básica	13	11	24
Escuela 2 Ed. básica	05	16	21
Escuela 3 Ed. Básica	13	06	19
Escuela 3 Ed. Básica	12	21	33
Escuela 5 Ed. Básica	15	17	32
Liceo 1 – Técnico-profesional	11	06	17
Liceo 2 – Técnico-profesional	11	17	28
Liceo 3 – Técnico-profesional	02	09	11
Liceo 4 – Técnico-profesional	17	16	33
Liceo 5 – Científico- humanista	29	14	43
Liceo 6 - Científico -humanista	25	19	44
Liceo 7 – Científico- humanista	16	27	43
Total	169	179	348

Para cada uno de los establecimientos seleccionados el equipo viajó a presentar el proyecto a cada director de los establecimientos, para lo cual, se consiguieron los consentimientos informados y se asignó los cursos y posteriormente las temáticas de interés de los/as docentes de los establecimientos.

6.2.2. Muestra 2. Nivel sistema universitario. Alumnado de Pedagogía

Muestra 2.1. Futuros/as profesores/as de Matemática Educación Media

Las y los estudiantes que apoyaron la intervención forman parte de las carreras de Pedagogía en Matemática y Computación que cursan la asignatura de Didáctica del Álgebra y la Geometría, del nivel de tercer año de la carrera y que se enfrentan por primera vez en el diseño, construcción e implementación en las aulas.

La selección de los/as futuros/as profesores/as se realizó de manera intencionada y está conformada por las y los estudiantes que les corresponde tomar la asignatura de Didáctica del Álgebra y la Geometría, en la cual, dentro de los requisitos para aprobar la asignatura, les corresponde su primera pre- práctica que es la única que tienen antes de su práctica profesional. Esta asignatura se encuentra en el sexto semestre.

Para la selección se utilizó los siguientes criterios. Haber cursado el Eje Algebraico, Historia y Epistemología de la Matemática, cursado o estar cursando Análisis III. En el eje Fundamentos de la Educación: Procesos de Aprendizaje, Didáctica General y estar cursando Metodología de la Investigación.

Los/as futuros/as profesores/as que cumplían con los criterios fueron 31 que conforman la muestra. Ellos fueron los que intervinieron, en grupos de cuatro integrantes, en el primer año medio y tercer año medio técnico profesional. En el estudio participaron 31 futuros/as profesores/as de Pedagogía en Matemática y Computación de las cuales 10 (32,26%) son de género femenino y 21 (67.74%) de género masculino.

Muestra 2.2. Futuros/as profesores/as de Pedagogía en Educación General Básica con mención en Matemática

Características de la muestra

Las y los estudiantes forman parte de la Carrera de Pedagogía en matemática y Computación y se encuentran en 3ero año de la carrera de Pedagogía en Matemática y Computación que cursan la asignatura de Didáctica del Álgebra y la Geometría, del nivel de tercer año de la carrera y que se enfrentan por primera vez a su prepráctica. La asignatura se encuentra en el 8vo semestre. En el caso de los/as futuro/as profesores/as de educación general básicas se encuentran iniciando la práctica profesional y se encuentran al final de la carrera

Selección de la muestra

La selección de los/as futuros/as profesores/as de matemática se realizó de manera intencionada y está conformada por las y los estudiantes que les corresponde tomar la asignatura de Didáctica del Álgebra y la Geometría en la cual, dentro de los requisitos para aprobar la asignatura, les corresponde su primera pre- práctica que es la única que tienen antes de su práctica profesional. Esta asignatura se encuentra en el sexto semestre. Para la selección se utilizó los siguientes criterios: cursado el Eje Algebraico, Geométrico e Historia y Epistemología de la Matemática, cursado o estar cursando Análisis III. En el eje Fundamentos de la Educación: Procesos de Aprendizaje, Didáctica General y estar cursando Metodología de la Investigación. Los/as futuros/as profesores/as que cumplían con los criterios fueron 31 que conforman la muestra. Ellos fueron los que intervinieron, en grupos de cuatro integrantes, en el primer año medio y tercer año medio técnico profesional. En el estudio participaron 31 futuros/as profesores/as de Pedagogía en Matemática y Computación de las cuales 10 (32,26%) son de género femenino y 21 (67.74%) de género masculino.

En el caso de los futuros/as profesores/as de Pedagogía General Básica, el curso estaba conformado por 19 alumnas y 1 alumno, ellas/os están al final de la carrera y les corresponde realizar su práctica profesional. Para el experimento se seleccionó, de manera intencionada, 5 estudiantes mujeres que estuvieron dispuestas a participar de la experiencia. Éstos/as futuros/as profesores/as intervinieron a las y los estudiantes del sistema escolar de 5to básico. El alumno se retiró del experimento.

6.3. Variables e instrumentos de control

Para el estudio se han considerado las variables que se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Variables y técnicas

Variable	Instrumento/Técnica
Género	Prueba
Habilidades matemáticas/científicas/tecnológicas	Prueba
Secuencia didáctica	<ul style="list-style-type: none">• Observación• Análisis de Contenido• Prueba• cuestionario

Variable dependiente: Grado de desarrollo de las habilidades

Variable independiente: secuencia didáctica basada en problemas en contextos integradores tipo STEM.

6.3.1. Nivel 1. Sistema escolar

En coherencia con los objetivos de investigación, los instrumentos que se emplearon con los/as estudiantes del sistema escolar fueron pruebas (pretest-postest), cuestionario y focus group.

6.3.1.1. Diseño pretest- postest

Se diseñarán dos pruebas (pretest y postest) para evaluar el perfil inicial y de progreso de los/as estudiantes de enseñanza básica y media respecto de las habilidades que manifiestan en situaciones o problemas integradores entre las disciplinas matemática/ciencia/tecnología. La información recogida al inicio de la experiencia permitió explorar los tipos de conceptos, concepciones alternativas o ideas previas y estrategias de razonamiento que colocan a prueba en los diferentes problemas.

Para la construcción del pretest se consideraron las investigaciones y propuestas del marco teórico, abordando problemas de profundidad tipo STEM basada en problemas que integra las habilidades matemáticas, científicas y tecnológicas. Dichas situaciones problemas se enmarcan en los contextos de la Región del Maule, de tal manera que los/as estudiantes valoren su entorno social, científico y cultural que se presenta en su región. También se tuvo en consideración las habilidades declaradas por MINEDUC(2012) y las investigaciones que dan cuenta de la importancia de trabajar en forma integrada las habilidades matemáticas científicas y tecnológicas en el contexto educativos y que corresponden a: (1) Habilidades matemáticas: Modelar, representar, argumentar y comunicar (2) Habilidades científicas: procesos investigativos que implica explorar, formular preguntas e hipótesis, experimentar, validar, comunicar y argumentar y (3) Habilidades tecnológicas, que corresponden a: selección de medios tecnológicos para organizar y procesar información y utilizar dichos medios

para presentar un problema y almacenar dicha información; comunicación usando objetos tecnológicos para comunicar dicha información.

6.3.1.2. Diseño cuestionario

Se diseñó un cuestionario con preguntas abiertas y cerradas que entregó información sobre las concepciones que subyacen en estudiantes del sistema escolar, respecto del rol de la matemática, la ciencia y la tecnología en la sociedad actual; sobre los tipos de problemas que han trabajado durante su formación, colocando para ello situaciones en contextos y sobre la importancia que le otorgan a la ciencia en su formación. En la construcción del cuestionario se tomó en consideración las propuestas Jorba y San Martí (1996) y los proyectos Engage, donde se manifiesta que las preguntas deben permitir que los/as estudiantes del sistema escolar escriban o expliquen acerca de ellas. Por tanto, se tuvo en consideración las recomendaciones de estos autores en los siguientes aspectos: (a) preguntas cerradas para establecer relaciones entre las disciplinas; (b) su redacción debe permitir que expresen sus propias ideas; (c) preguntas que requieran explicaciones para que pueda expresar sus ideas y, por último, (d) ideas claves de lo que se pretende medir. En el apartado 6.4., se presentan las categorías y subcategorías que se utilizaron para su construcción y que son base para el análisis, incluyendo observaciones que fueron consideradas de acuerdo con las referencias, las recomendaciones del Informe GET (2016), los estudios del marco teórico y las evaluaciones y recomendaciones de la validación de jueces expertos. En cuadro 2, se muestra algunos extractos del cuestionario que fue aplicado a los/as estudiantes del sistema escolar.

Cuadro 2. Extractos de preguntas del cuestionario nivel sistema escolar 5to Básico

1. INFORMACIÓN GENERAL

A. Complete los datos que se solicitan a continuación

Sobre ti

Edad:

Sexo:

Curso:

B. Sobre la formación de tu núcleo familiar

¿Con quién vives? Marca con una X e indica la edad de cada uno.


Padre	Tiene <input type="text"/> años
Madre	Tiene <input type="text"/> años
Otros	Tiene <input type="text"/> años

C) Lee la siguiente información y luego responde:


En 1929 se creó el primer mapa interactivo. Al día día millones de usuarios son conscientes de cómo de mover una palanca, al presionar, para el mundo entero la presencia de nosotros.

¿Sabes quién creó el mapa interactivo? SI ____ NO ____ (Marca con una X tu respuesta).


¿Cuál de los siguientes personajes crees que fue el descubridor? (Marca con una X uno de los siguientes descubridores)




Marie Sharp



Thomas Edison



Isaac Newton



Mikhail Lomonosov

D) ¿Cómo tomaste la decisión para elegir a la persona que crees que creó el primer mapa interactivo? Explica brevemente.







E. ROL DE LA MATEMÁTICA, CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN LA FORMACIÓN.

De acuerdo a tu opinión responde en el cuadro adjunto la importancia que tienen las tres asignaturas en la sociedad.

Asignatura	¿Por qué es importante?
Matemática	<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>
Ciencias	<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>
Tecnología	<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>

Realiza un dibujo o esquema de alguna situación, problema o experimento donde ves la matemática, la ciencia y la tecnología aplicándose juntas. Explica tu dibujo o esquema.

F. Observa las imágenes e indica si en las actividades que se muestran está presente la matemática, ciencia y/o tecnología. Marca con una X tus respuestas.

		
Matemática	Matemática	Matemática
Ciencia	Ciencia	Ciencia
Tecnología	Tecnología	Tecnología
		
Matemática	Matemática	Matemática
Ciencia	Ciencia	Ciencia
Tecnología	Tecnología	Tecnología

5. TRABAJO MATEMÁTICO, CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO EN EL AULA

A. Para responder las preguntas debes considerar el trabajo realizado en las clases de matemática, ciencia y tecnología.

TIPOS DE METODOLOGÍAS QUE SE TRABAJAN EN CLASES	Marca con una X		
	matemática	ciencia	tecnología
Uso de tecnología para identificar patrones y regularidades	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Uso de tecnología para representar gráficos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Uso de tecnología para representar imágenes, experimentos, mapas o esquemas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Simulaciones en el computador	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Experimentos científicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Proyectos en grupo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

B. Aplicación en clases de Matemática

¿Cuáles de las siguientes áreas de conocimiento aplicas en las clases de matemática?

	SI	NO
Clases naturales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Educación Tecnológica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Artes visuales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Historia, geografía y ciencias Sociales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Otras (explica cuáles)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Si tu respuesta es afirmativa: Comenta cómo se aplicó en clases de matemática (Puedes usar ejemplos si quieres.)



Fuente: Elaboración propia.

6.3.1.3. Diseño de focus group. Concepciones sobre variable género

Para reconocer las concepciones que subyacen en el alumnado del sistema escolar, se construyó una secuencia de preguntas que se utilizaron para realizar un focus group a una submuestra de alumnos y alumnas de tal manera que permita explorar cuestiones relativas a la incidencia del género en los aprendizajes. En el diseño se consideraron las investigaciones e informes que muestran estereotipos y comportamientos tanto en los/as profesores/as como en las y los estudiantes del sistema escolar que colocan de manifiesto desinterés de las niñas y las jóvenes por las disciplinas científicas. El guion de preguntas se elaboró a partir de las siguientes dimensiones: 1. Concepción de Género en Matemática. Ámbito escolar y Rol docente, 2. Género y propósito del aprendizaje de la matemática y 3. Actitud y habilidad hacia las matemáticas y áreas relacionadas en perspectiva de género.

El diseño del focus group (cuadro 3) fue enviado a validación de expertos/as investigadores/as que trabajan la línea de género y formadores/as de profesores/as.

Cuadro 3. Guion focus group nivel sistema escolar

 	
GUIÓN FOCUS GROUP	
Primera parte: Presentación de la investigación	
<ul style="list-style-type: none"> • Presentación de los moderadores • Objetivo del focus group 	
Segunda parte: Discusión	
Dimensión 1: Roles de género en Matemáticas. Ámbito escolar	
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Sientes que participas de las clases de matemática igual que el resto de tus compañeros? Si, no, ¿quiénes tienen una mayor participación en tu curso? Comenta alguna experiencia. • ¿Sientes que tus profesores(as) de matemática realizan suficientes actividades diferentes para lograr que aprendan todos y todas? Si, no, por qué. • ¿Crees que los hombres obtienen mejores calificaciones que las mujeres en matemática? Si no, por qué. Y en otras disciplinas como física, ciencias o lenguaje, quienes obtienen mejores calificaciones? Por qué crees que sucede? • ¿Cómo describirías a tus compañeras y compañeros que obtienen buenas calificaciones? (en caso que no entiendan dar algunos ejemplos tales como: tienen hábitos de estudio, actitudes en clases, interés por participar en clases, su actitud para ser preferidos por los profesores(as)) • ¿Has escuchado la frase siguiente: “los hombres son mejores en clases de matemática que las mujeres”? Si, no, por qué ¿Dónde la has escuchado? ¿Crees que tiene razón? 	
Dimensión 2: Género y propósito del aprendizaje de la matemática	
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué importancia le atribuyes al aprendizaje de la matemática? • ¿Qué conceptos te vienen a la mente cuando escuchas la frase “las matemáticas son muy difíciles”? ¿Estás de acuerdo con esta frase? ¿Dónde has escuchado esta frase? • ¿Qué opinas de la siguiente frase: “A los hombres les va bien en clases de matemática porque son talentosos y a las mujeres porque se esfuerzan”? ¿Has escuchado esta frase? ¿De quién? ¿Por qué crees que se piensa eso? 	
Dimensión 3: Actitud y habilidad hacia las matemáticas y áreas relacionadas.	
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué habilidades crees que habría que tener para lograr buen rendimiento en matemática? ¿Cuáles? ¿Sientes que tú posees estas habilidades o que las puedes desarrollar? Si, no, por qué • ¿Qué opinas de la frase: “los hombres tienen más habilidades que las mujeres para estudiar matemáticas, ingenierías o tecnologías”? Están de acuerdo. ¿Qué piensan? ¿A quién has escuchado este tipo de comentarios? (importante hacerla a las mujeres) ¿Te gustaría en el futuro elegir una carrera relacionada con matemática como, por ejemplo, ciencias físicas, informática, ingeniería, astronomía? Explica por qué si y por qué no- • ¿De quién crees que podrías recibir apoyo si te interesaras por estudiar alguna carrera relacionada con matemática, por ejemplo ingeniería, tecnología, Astronomía? ¿Crees que recibirías apoyo de tu familia? ¿De tu padre? ¿De tu madre? ¿De tus profesores(as)? 	
Tercera parte: cierre	
<ul style="list-style-type: none"> • Se invita a los participantes a entregar comentario final en relación a la temática abordada. 	
<i>Muchas gracias por su colaboración</i>	

Fuente: Elaboración propia.

6.3.2. Nivel 2. Sistema universitario

Para dar respuesta a los objetivos referidos a futuros/as profesores/as de pedagogía, se utilizaron pruebas, técnicas de observación, focus group y análisis de contenido.

6.3.2.1. Instrumento de control. Pretest-Postest

Para analizar cuantitativamente el perfil inicial del alumnado de pedagogía se diseñaron dos instrumentos tipo prueba por nivel. El primero corresponde a los/as futuros/as profesores/as de Pedagogía en Matemática y Computación y el Segundo a los/as futuros/as profesores/as de Pedagogía en Educación General Básica. El pretest fue implementado antes del diseño de la secuencia didáctica, con el propósito de evaluar el perfil inicial respecto de las habilidades en situaciones integradoras. Al finalizar la experiencia se tomó una segunda prueba (postest) con problemas congruentes al pretest, que aborden las habilidades definidas previamente.

Para la construcción de ambos instrumentos se consideraron las habilidades matemáticas, científicas y tecnológicas que están sustentadas en el marco teórico, abordando, igual que en los y las estudiantes del sistema escolar, problemas tipo STEM que se evaluaron en el alumnado del sistema escolar: (1) Habilidades matemáticas: Modelar, representar, argumentar y comunicar; (2) Habilidades científicas: iniciar procesos investigativos que implica: formular preguntas e hipótesis de investigación, experimentar, validar, comunicar y argumentar y (3) Habilidades tecnológicas, que corresponden a: selección de medios tecnológicos para organizar y procesar información y utilizar dichos medios para presentar un problema y almacenar dicha información; comunicación usando objetos tecnológicos. Para la construcción del pretest se formularon problemas en el contexto de la Región del Maule, de tal manera que los/as futuros/as profesores/as pudieran posteriormente, en el diseño de la propuesta de aula, formular y reformular problemas para el alumnado del sistema escolar que incorporen entorno social, científico y cultural que se presenta en su región. En el 4 se muestra un ejemplo de problemas aplicados a profesores/as de media (1er problema) y de educación básica (2do problema).

Cuadro 4. Muestra de problemas del pretest

Problema 2. Las barricas del Valle del Maule:

La Región del Maule es la de mayor producción vitícola de Chile. Actualmente posee una superficie de tres millones de hectáreas y está conformado por las provincias de Talca, Linares y Cauquenes. Las barricas son muy conocidas, desde décadas, en la Región del Maule. Los viticultores las utilizan para almacenar vinos y son construidas con madera de roble. Estas existían en la Mesopotamia, pero con madera de palma que era más difícil su construcción. Fueron los romanos en sus conquistas que descubrieron que los galos utilizaban barricas de madera de roble para almacenar cerveza, la que copiaron para transportar el vino, dejando de lado las ánforas de arcilla. Descubren además que el vino mejoraba su condición en contacto con la madera. En la actualidad también se usan como decoración.

Una barrica está formada por dielas que se abomban y unen con aros de hierro para formar un cilindro convexo (Fig. 3), cerrándose ambos extremos con tapas circulares. Al medio se le deja un hueco para su llenado o relleno, operaciones que se realizan tras extraer el 'espiche' (tapón del tonel que puede ser de madera, vidrio, barro, o silicona)




Fig. 3. Foto de barricas

(1) Encuentra un modelo matemático que describa el volumen de barril. Comunica todas las estrategias que utilizaste para llegar al modelo (hipótesis, supuestos, condiciones, restricciones, representaciones, diseño, procesos matemáticos seguidos, propiedades, etc.). Utiliza un software para el diseño.

(2) ¿Podrías generalizar el modelo para diferentes volúmenes de barricas? Considera como ejemplo una barrica de 225 litros que es la más usada y realiza los cálculos. Toma dos ejemplos más para probar (barrica de mayor y otra de menor cantidad de litros respecto de la más usada). Fundamenta tu decisión y explica la importancia de generalizar el modelo.

(3) Si vieras que explicar tu modelo y la construcción de las barricas a viticultores de la Región del Maule ¿Cómo lo harías? Construye un ppt con todas las instrucciones que crees que son necesarias para que comprendan los pasos en el diseño de las barricas. Utiliza un software para representar el diseño. Incluye en tus explicaciones las ventajas de contar con un modelo general.

(Problema formulado a partir de la información de: <https://vinedosazteca.com/origen-e-historia-de-las-barricas-de-roble/>)

Situación 3: Planificación de regadío

En Chile existen aproximadamente 216.487,3 ha plantadas con frutales que se encuentran bajo riego. En ellas se puede identificar distintos métodos de riego, por ejemplo, el riego por Microaspersión que permiten conducir el agua mediante una red de tuberías y aplicarla a los cultivos a través de emisores que entregan pequeños volúmenes de agua en forma periódica.




Figura 1: dispersores de 360°.

La salida de agua en el método de microaspersión es a través de los denominados difusores (ver figura 1).

Para el diseño de este sistema de regadío se recomienda superponer el alcance de los difusores con un 50% de súper posición para un riego eficiente, teniendo en cuenta que existen distintos tipos de dispersores cuya superficie de alcance está dada por ángulos de 90°, 180° y 360° (ver figura 2).




Figura 2: tipos de dispersores.

A partir de la información:

- Presenta, utilizando GeoGebra, un diseño de sistema de riego para una superficie 20x50 m con dispersores de 5 metros de alcance.
- Determina cuántos dispersores de 90°, 180° y 360° se requieren para construir el sistema de regadío en la superficie anterior.
- Prepara una presentación Power Point que permita explicar a estudiantes del sistema escolar los procesos matemáticos utilizados para el diseño del modelo y para determinar la cantidad de cada dispersor requerido (5 diapositivas).
- Suponiendo que el sistema de regadío se activa de manera automática ¿la programación de riego debe ser la misma en el mes de enero o septiembre?

6.3.2.2. Diseño de focus group. Futuros/as profesores/as

Tal como se diseñó un focus group a los/as futuros/as profesores/as de tal manera de reconocer las concepciones que subyacen, respecto del género, durante su formación universitaria. Para explorar cuestiones relativas a la incidencia de género en el aprendizaje se consideró una submuestra de futuros/as profesores/as de Pedagogía en Matemática y otra de Educación General Básica con mención en matemática. En el diseño se tomó en consideración las investigaciones e informes que muestran estereotipos y comportamientos tanto en el profesorado como en el alumnado que colocan de manifiesto desinterés de las niñas y las jóvenes por las disciplinas científicas. El guion de preguntas se elaboró a partir de las siguientes dimensiones: 1. Concepciones sobre género y matemática, 2. Experiencia formativa en el ámbito de género y matemática y 3. Diseño de clases de matemática con perspectiva de género. El diseño del focus group (Cuadro 5) fue enviado a validación de expertos/as investigadores/as que trabajan la línea de género y en la formación de profesores/as.

Cuadro 5. Guion focus group futuros/as profesores/as

GUIÓN FOCUS GROUP	
Primera parte: Presentación de la investigación	
<ul style="list-style-type: none"> • Presentación de los moderadores • Objetivo del focus group 	
Segunda parte: Discusión	
Dimensión 1: Concepciones sobre género y matemática	
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Considera importante incluir la variable de género en las clases de matemática? ¿Por qué? • ¿Qué conceptos le vienen a su mente cuando escuchan la frase “educación matemática con perspectiva de género”? • ¿Qué opinión tiene respecto a la frase “existe una diferencia biológica que determina la brecha de género en el rendimiento matemático”? ¿había escuchado antes esta frase o una similar? ¿en qué contexto la ha escuchado? • ¿Qué entiende por currículum oculto de género en matemática? • ¿Qué factores crees que condicionan la brecha existente en el rendimiento matemático de mujeres y hombres en el sistema escolar? 	
Dimensión 2: Experiencia formativa en el ámbito de género y matemática	
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué sabe respecto de los estereotipos de género en educación matemática? ¿Discuten sobre esta temática en alguna asignatura de la carrera? ¿En qué asignaturas? • ¿Conoce investigaciones en el ámbito de matemática y género? ¿de qué tratan? • ¿Conoce a alguna mujer que haya aportado al desarrollo del conocimiento matemático? ¿Cuáles? • ¿Conoce a algún hombre que haya aportado al desarrollo del conocimiento matemático? ¿Cuáles? 	
Dimensión 3: Diseño de clases de matemática con perspectiva de género	
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué ideas le surgen para abordar la variable de género en su práctica como futuro(a) profesor(a) de matemática? • ¿Qué dificultades considera que puede enfrentar al diseñar una clase de matemática con perspectiva de género? 	
Tercera parte: cierre	
<ul style="list-style-type: none"> • Se invita a los participantes a entregar comentario final en relación a la temática abordada. 	

6.3.2.3. Pauta de observación. Estudio de caso

Se consideró conveniente realizar una pauta de observación basada en los “criterios de idoneidad didáctica”, para observar y analizar el Diseño del Plan de Clases y las prácticas de aula (Godino, 2014; Breda, Font, Lima y Villela, 2018). Se pretende observar lo que es importante y significativo en la planificación y gestión de aula, del grupo estudio de caso, para lo cual se diseñaron dimensiones a priori que se explican en detalle en el apartado 6.4.3

6.4. Dimensiones y Categorías de análisis

6.4.1. Categorías de análisis pretest- posttest. Nivel 1 y Nivel 2

A partir de la literatura revisada en el marco de referencia permitió construir un Plan de análisis que incorpora las habilidades matemáticas, científicas y tecnológicas con sus respectivas categorías que han sido referentes para la construcción del pretest y servirán para los análisis de la información tanto del alumnado como del profesorado, considerando los niveles de cada uno. Las categorías de análisis y subcategorías permitieron identificar los tipos de problemas que aborden las tres habilidades mencionadas, lo que se realizó en dos etapas, en la primera se consideró categorías a priori las que fueron consolidadas en un segundo nivel, una vez se validaron los problemas y las habilidades respectivas mediante criterio de expertos/as quedando en definitiva de la siguiente manera:

Dimensión 1: Habilidades matemáticas. En esta dimensión se han considerado las siguientes categorías:

Categoría 1: Modelar: Hace referencia a los procesos de modelación matemática que incorpora el ciclo de modelación. Modelar un fenómeno observado o utilizar un modelo para comprender o resolver alguna situación, contribuye a una mejor formación de las y los estudiantes en cualquier fase de escolaridad, fomenta el desarrollo de habilidades que ayuda a una mejor comprensión de conceptos matemáticos para su aplicabilidad y saber integrar la matemática a otras áreas del saber (Niss, 1989; Keitel, 1993; De Lange, 1996; Keitel, 2001; Niss, 2001; Aravena & Giménez, 2002; Aravena & Caamaño, 2007; Gómez, 2007; Aravena, Caamaño & Giménez, 2008, Aravena, 2008, 2016; Borromeo, 2007; Blomhøj & Carreira, 2009; Niss & Højgaard, 2011; Biembengut, 2016). Esta categoría incorpora subcategorías que hacen referencia a los ciclos de modelamiento matemático (Borromeo-Ferri, 2006; MaBB, 2006; Aravena, 2016) que corresponden a: Simplificación del problema, matematización; interpretación de la solución; verificación y validación; análisis y proyección del modelo. En los procesos de modelamiento matemático se encuentra presente la habilidad de comunicar y argumentar, pero referido a ese proceso.

Categoría 2: Representar: Las representaciones son un aspecto primordial en el trabajo matemático, ya que las investigaciones señalan que, en el trabajo con problemas, se vuelve central el tránsito por diferentes sistemas de representación (Duval, 1998), aunque se reconoce que resulta difícil de lograr, *“la conversión de representaciones es un problema crucial en el aprendizaje de la matemática”* (Duval, 2002, p.318). El autor coloca de manifiesto que representar tiene grandes ventajas para el aprendizaje de la matemática; entre las más importantes: permite relacionar el conocimiento intuitivo con una explicación formal de las situaciones, articulando diferentes niveles de representación. Es en este dominio donde se encuentra el rango más grande de sistemas de representación semiótica y eso enfatiza el problema crucial de la comprensión de las matemáticas para los/as

estudiantes. Por tanto, es central para la actividad matemática significativa el uso de diversas formas de representación y, especialmente la capacidad de transformar esas representaciones, tanto al interior de un registro, como entre registros (Duval, 2004). Esta categoría incorpora las siguientes subcategorías: producciones discursivas; producciones no discursivas; sistemas de representación y coordinación de registros.

Categoría 3. Argumentar y Comunicar. Este es un aspecto crucial en la formación de los/as alumnos/as puesto que permite comunicar ideas, por escrito y oralmente, explicar sus procesos, métodos y resultados. Según Alsina (1998) es una de las habilidades que menos se trabaja en la enseñanza, con lo cual resulta de interés generar espacios de reflexión y comunicación de los/as alumnos/as en el trabajo matemático, orientándolos/as en la adquisición del lenguaje matemático, la argumentación y la discusión de sus procesos y métodos de resolución, permitiendo así la independencia del pensamiento reflexivo (Aravena, Gutiérrez y Jaime, 2016, Aravena, 2016; Toulmin, 2003; Martínez & Pedemonte, 2014; Rasmussen, Stephan & Allen, 2004; Weber & Alcock, 2005; Solar y Deulofeu, 2016). Las subcategorías son: lenguaje matemático; argumentación de los procesos y métodos; explicitación de resultados; articulación y justificación de sus propias ideas matemáticas; criticar razonamientos; razonar mediante explicaciones matemáticas y someter a prueba procesos y estrategias.

Dimensión 2. Habilidades científicas. Producto de los avances científicos y tecnológicos, hoy más que nunca se requiere que los ciudadanos estén alfabetizados científicamente, esto supone haber desarrollado desde los primeros niveles de formación un conocimiento científico de los fenómenos y el uso que se hace de ese conocimiento para identificar preguntas, adquirir nuevos conocimientos y explicar fenómenos (Gonzalez, 2012; Mecedo, 2006). Por ello, estar alfabetizado científicamente supone haber desarrollado un conocimiento científico y el uso que se hace de ese conocimiento para identificar preguntas, plantear hipótesis, explicar fenómenos, extraer conclusiones (OECD 2006). Por tanto, se han definido las siguientes categorías.

Categoría 1. Iniciar procesos investigativos. Hace referencia a las siguientes subcategorías: Explorar fenómenos mediante la Intuición, identificar el fenómeno y sus características, y cálculos de diferentes unidades de medida; formular preguntas de investigación; propuestas de investigación; formular hipótesis y Comunicar y argumentar científicamente.

Dimensión 3. Habilidades tecnológicas. Existe consenso que una de las habilidades del siglo 21 es la alfabetización digital que requiere de la alfabetización informática y la fluidez digital, donde las habilidades esenciales para el aprendizaje y las ocupaciones del siglo 21 están relacionadas con la aplicación de las tecnologías y resolver problemas utilizando tecnología (Kivunja, 2014; OCDE, 2010). Debido a “la gran explosión informativa desencadenada por las TIC” significa que es necesario ajustarse al cúmulo de información y para ello se debe tener habilidades “para el acceso, evaluación y organización de la información en entornos digitales”. Sin embargo, el informe de OCDE da cuenta que esto no es suficiente, además, es necesario fomentar las habilidades para

procesar, organizar, modelar y transformar la información para crear nuevo conocimiento o para usarlo como fuente de nuevas ideas (OCDE, 2010). Dentro de esta dimensión es importante considerar la comunicación de la información presentando la información de ideas, incluidas las TIC cuyas aplicaciones fortalecen la comunicación de la información una vez compilada y organizada. Esta comunicación requiere un trabajo analítico que incluye procesar transformar y formatear dicha información (Balanksat, et al., 2006; Kirriemur y McFarlane 2004, citado en OCDE 2010).

Categoría 1. Seleccionar medios tecnológicos con la subcategoría: seleccionar aplicaciones tecnológicas.

Categoría 2. Utilizar medios tecnológicos. Con la subcategoría: Uso de aplicaciones tecnológicas.

Categoría 3. Comunicar a través de objetos tecnológicos, con la subcategoría comunicar la información.

Cuadro 6. Plan de análisis categorías y subcategorías de análisis

Categoría	Subcategorías	Indicadores
DIMENSIÓN: HABILIDADES MATEMÁTICAS		
1) Modelar	1) Simplificación del problema	Condiciones iniciales Supuesto de hipótesis Sistemas de representación Modelo real
	2) Matematizar	Describir relaciones matemáticas Aproximaciones Estimación Formulación del modelo
	3) Interpretación de la solución	Ajuste de datos Márgenes de error reestudiando los resultados numéricos. Predicción Estimación Interpretación de la solución en el contexto del problema
	4) Verificar y validar	Justificar la validez del modelo si satisface las condiciones iniciales Proyecta para nuevos datos
	5) Análisis y proyección del modelo	Fortalezas y debilidades del modelo Posible generalización el modelo Validación del modelo generalizado
	6) Comunicar y argumentar	Comunica que el modelo es posible de aplicar a situaciones similares Explicar el comportamiento del fenómeno Dar respuesta al problema real
	7) Análisis y discusión de modelos	Identificación de las características Estudio de la eficiencia de los modelos Selección de modelo más eficiente Refinar y ajustar los modelos matemáticos, combinar e integrar modelos

2) Representar	1) Producciones discursivas	Utilizar lenguaje natural en sus explicaciones lenguaje formal Tratamiento
	2) Producciones no discursivas	Figuras, gráficos, esquemas, diseños
	3) Sistemas de representación	Gráfico, tabla, expresión verbal, expresión matemática
	4) Coordinación de registros	Tránsito por los diferentes registros Tránsito en el mismo registro
3) Argumentar y comunicar	1) Lenguaje matemático	Lenguaje matemático en sus explicaciones Notaciones Uso del lenguaje Notaciones y simbología
	2) Argumentación de los procesos y métodos	Razona mediante explicaciones matemáticas Uso de propiedades, definiciones, teoremas aplicables
	3) Explicitación de resultados	Justificación mediante propiedades, definiciones y teoremas aplicables
	4) Articular y justificar sus propias ideas matemáticas	Lenguaje verbal Gráficos Esquemas
	5) Someter a prueba procesos y estrategias	Realiza comprobaciones de los procesos y resultados
DIMENSIÓN: HABILIDADES CIENTÍFICAS		
1) Iniciar procesos investigativos	1) Exploración	Explicar fenómenos, Intuición, Identificación del fenómeno, características, predicción
	2) Formulación de preguntas	Condiciones. Restricciones Formula pregunta de investigación
	3) Formulación de hipótesis	Identificar hipótesis de acuerdo con el problema
	4) Interpretar datos	Interpretar datos utilizando conceptos
	5) Comunicación y argumentación	Justificar y argumentar la importancia del problema de investigación, Hipótesis Comunicación de Resultados y procesos
DIMENSIÓN: HABILIDADES TECNOLÓGICAS		
1) Seleccionar medios tecnológicos	1) Selecciona aplicaciones tecnológicas	Selecciona editor de grafico Selecciona planilla de cálculo Seleccionar power point Sonido
2) Utilizar medios tecnológicos	2) Uso de aplicaciones tecnológicas	Edición de gráficos Uso de bases de datos, planillas de calculo Almacena documentos
3) Comunicar con objetos tecnológicos	3) Comunicar información	Comunica información usando PPT Explica información considerando audiencia

6.4.2. Categorías de análisis cuestionario. Nivel 1

Para evaluar las respuestas del alumnado tanto del sistema escolar se diseñó un plan de Análisis (cuadro 7) con las siguientes categorías y subcategorías: 1. Datos demográficos, Edad, género, núcleo familiar: 2. Actitudes y habilidades: (1) materias de interés; (2) rol de la matemática, la ciencia y la tecnología, (2) experiencias en el aula en matemática, ciencia y tecnología. 3. Prácticas en el trabajo matemático, científico y tecnológico. (1) tipos de metodologías utilizadas, y (2) aplicaciones. 3: expectativas de futuras. (1) Valoración de profesiones.

Cuadro 7. Categorías y subcategorías con idea base

Categorías	Subcategorías	Observación. Idea base
1) Datos demográficos Hacen referencia a la caracterización del alumnado	Sexo	Identificación sexo
	Edad	Identificación edad
	Curso	Identificación curso
	Caracterización del Núcleo Familiar	¿Cuántos? ¿Quiénes? Edad Nivel educacional de padres y hermanos
	Sexo del docente del aula	Identificación sexo
2) Actitudes y habilidades , referidas a las materias de interés para las y los estudiantes y actividades que les gusta desarrollar fuera del contexto escolar Reconocimiento del rol de la matemática la ciencia y la tecnología y aportes de científicos	Materias de interés	Tipos de materias del nivel educativo
	Rol de la matemática la ciencia y la tecnología	-Importancia de las asignaturas -Reconocimiento de aplicaciones en matemática, ciencia y tecnología -Aportes de científicos/as
3) Experiencia en el aula. Referido a la participación en clases en matemática, ciencia, tecnología y talleres relacionados con dichas materias	Ciencias	Nivel de participación
	matemática	Nivel de participación
	tecnología	Nivel de participación
	Otras asignaturas	Nivel de participación
4) Prácticas en el trabajo matemático/científico/Tecnológico en el aula. Hace referencia a la enseñanza que la o el docente desarrolla en la clase	Tipos de metodologías utilizadas	Simulaciones Modelamiento Experimentación Levantamiento de hipótesis Prueba y demostración Refutación Ejemplo y contraejemplo
		Tipos de representaciones. Uso de tecnológicas. Tratamiento de imágenes, búsqueda de patrones y regularidades.
	Aplicaciones en clases de	Relación con las otras disciplinas

	matemática	Valoración de las disciplinas científicas
		Ejemplos de aplicaciones
5) Expectativas. Hace referencia a las expectativas de los otros sobre su futuro (profesores/as, padres, pares), según su perspectiva, y la concepción que tiene sobre él mismo	Valoración de las profesiones	Tipos de preferencia Carreras científicas que te recomiendan
	Perspectiva profesional	Carreras de interés

6.4.3. Dimensiones y Categorías de análisis para valorar el diseño del Plan de Clases y la gestión en el aula. Estudio de caso. Nivel 2.

Tomando en consideración los elementos descritos, para los análisis cualitativos, tanto del diseño del Plan de Clases como de la gestión de aula, se consideró los “criterios de idoneidad didáctica” que tienen como propósito permitir el paso de una didáctica descriptiva hacia una normativa, con la que se espera mejorar las prácticas de aula (Godino, 2014; Breda, Font, Lima y Villela, 2018). Se ha optado por este modelo puesto que hay evidencias empíricas que muestra que se ha sido utilizado para el análisis exhaustivo de textos de estudio, unidades didácticas o la observación de clases (Godino, Wihelmi y Moll, 2006; Moll, 2011; Beltrán-Pellicer y Godino, 2011). Se evidencia que pueden ser ocupados todos los criterios o parte de ellos para realizar los análisis, mostrando que son flexibles en su aplicabilidad a diversas situaciones didácticas. En el cuadro 8, se presenta el plan de análisis con las dimensiones, categoría de cada dimensión (componentes) y los respectivos indicadores que serán base para el estudio de caso.

Cuadro 8. Dimensiones y categorías de análisis para el estudio de caso

Dimensiones	Categorías (Componentes)	Indicadores
Epistémica	Errores matemáticos	- Errores matemáticos - Errores en formulación de los problemas (consistencia entre los datos, procesos, situación real) - Errores en la resolución de problemas y ciclo de modelamiento
	Ambigüedades	- Presentación de enunciados - Utilización de definiciones, teoremas, propiedades. - Explicaciones, argumentos presentados - Desarrollo de los problemas (ciclo de modelado)
	Riqueza de procesos	- Objetivos declarados y su relación con las habilidades - Secuencia de tareas y tipos de problemas - Conexión con las habilidades científicas y tecnológicas - Criterios de evaluación considerando las habilidades
	Representatividad	- Temática a enseñar : teoremas, propiedades, procedimientos, estrategias - Tipos de problemas representativos de acuerdo al objeto matemático a enseñar - Tipos de problemas de acuerdo al Currículo nacional - Estrategias de resolución
Cognitiva	Conocimientos previos	- Detalla conocimientos previos necesarios para el estudio del tema. - Significados pretendidos que se pueden alcanzar (zona de desarrollo de las y los estudiantes)
	Adaptación curricular a las diferencias individuales Aprendizaje	- Actividades de ampliación y - Actividades de refuerzo - Habilidades a desarrollar - Tipos de evaluación para la apropiación del conocimiento y habilidades pretendidas
	Alta demanda cognitiva	- procesos cognitivos relevantes - Promueve procesos meta-cognitivos
Idoneidad interaccional	Interacción docente - discente	- Presentación del tema - Reconocimiento de conflictos en la comprensión de problema y sus significados - Realiza preguntas para generar la discusión sin exclusiones de género evitando estereotipos - Consensos en base a argumentos - Se usan diversos recursos argumentativos
	Interacción entre discentes	- Facilita la inclusión de las y los estudiantes sin estereotipos de género - Genera trabajo colaborativo
	Autonomía	- Genera espacios de diálogo compartido entre los y las estudiantes - Desarrollo de problemas de forma autónoma
	Evaluación formativa	- Promueve criterios de evaluación y autoevaluación basado en las habilidades - Realiza instancias de discusión y retroalimentación
	Recursos y materiales	- Uso de materiales manipulativos e informáticos - Promueve el trabajo colaborativo
Idoneidad mediacional	Condiciones de aula y Tiempo enseñanza	- Espacios para el desarrollo de la enseñanza de acuerdo al número de alumnos - Horarios adecuados - Utilización del tiempo en las actividades
Idoneidad afectiva	Intereses y necesidades	- Selección de tareas de en el contexto de las y los estudiantes - Tipos de Situaciones en contextos de aplicación
	Actitudes, emociones y género	- Promoción del trabajo en equipo - Promoción de la perseverancia, y responsabilidad. - Promoción de situaciones de igualdad (valorando el argumento en sí mismo) - Promoción de la autoestima
Idoneidad ecológica	Adaptación al currículo nacional	- Directrices curriculares de los contenidos y evaluación - Directrices socioculturales y de género
	Utilidad socio – laboral	- Utilidad de los contenidos para la inserción socio – laboral - Experimentación STEM
	Conexiones inter e intra-disciplinarias Innovación basada en la investigación y la práctica	- Conexión con el currículo nacional - Conexión con otras áreas del saber y relación con el mundo real - Innovación STEM - Metodología de aula

Fuente: Elaboración propia basada en el modelo EOS (Godino, 2014; Breda, Font, Lima y Villela, 2018).

6. 5. Proceso de validación y fiabilidad de los instrumentos/Técnicas

Los instrumentos diseñados fueron sometidos a validez de contenido a través del juicio de expertos, seleccionados en base a perfiles disciplinarios y metodológicos. A partir de la valoración realizada por éstos, tanto a las pruebas de los/as futuros profesores/as, pruebas de las y los estudiantes del sistema escolar, cuestionarios y focus group, se calculó el índice de validez de contenido (CVI), seleccionado aquellos cuyo índice de valoración fuera superior a 0,58 valor teórico aceptable. Se consideración además todas las sugerencias de los jueces expertos/as de tal manera de ajustar los instrumentos para que respondieran a los objetivos propuestos. Respecto de la fiabilidad se llevó a

cabo a través de un análisis por consistencia interna (Alpha de Cronbach) el que se presenta en los resultados del estudio.

A modo de ejemplificación mostramos en el Cuadro 9, la validación de contenido del pretest que fue aplicado al alumnado de nivel universitario. Se describe el tipo de instrumento con sus respectivas habilidades, los sujetos de la muestra, indicaciones de la validación y el índice de validez de contenido (CVI) cuyo valor aceptable de la suma de los ítems debe ser mayor a 0,58 (valor teórico).

Cuadro 9. Validación de contenido pretest

Tipo de instrumento	Sujetos de la muestra 2	Indicaciones de la validación	Índice de Validez de Contenido CVI
Pretest HM, HC, HT	Futuros/as Profesores/as de Pedagogía en Matemática	Los problemas del pretest fueron sometidos a evaluación de 5 expertos/as quienes valoraron los problemas, que fueron contruidos por el equipo de investigadoras, con respecto a las habilidades matemáticas (PiHM) científicas (PiHC) y tecnológicas (PiHT) que el equipo propuso que estaban presentes. A partir de la validación se ajustó el pretest de acuerdo con la valoración de las y los jueces y se establecieron los tipos de cambios sugeridos por ellos/as. El índice de validación de contenido (CVR').	0,76 > 0,58 valor teórico aceptable
Pretest HM, HC, HT	Futuros/as Profesores/as de Educación General Básica	De igual forma que en el pretest del apartado anterior, los problemas fueron sometidos a evaluación de 5 expertos/as con respecto a las habilidades matemáticas (PiHM) científicas (PiHC) y tecnológicas (PiHT) que el equipo propuso que estaban presentes. A partir de la validación se ajustó el pretest de acuerdo con la valoración de las y los jueces y se establecieron los tipos de cambios sugeridos por ellos/as. El índice de validación de contenido (CVR').	0,80 > 0,58 valor teórico aceptable

Fuente: Elaboración propia.

6.6. El programa de intervención: Diseño de la secuencia didáctica

Hemos considerado fundamental, seleccionar un modelo constructivista que tiene como base la teoría de la actividad y que favorece la interrelación de las disciplinas y atiende a la diversidad otorgando igualdad de oportunidades para las y los estudiantes en el aprendizaje (Leontiev, 1987; Davidov, 1998; Jorba & Castell, 1998). Las investigaciones que han sido exitosas a nivel

internacional fomentan la integración de las disciplinas (Jorba & San Martí; 1996; Niss, 2011, Blomhoj & Carreira, 2009) entre las que destacan propuestas de los Proyectos STEM ENGAGE de la Unión Europea. El modelo favorece la interrelación con las distintas disciplinas, tipo STEM, basado en ciclos de aprendizaje.

La participación de los/as futuros/as profesores/as han sido ampliamente documentadas en las investigaciones en Didáctica de la Matemática que adscriben a este diseño como por ejemplo Finlandia, Canadá o Australia (Felmer, 2010; Llinares, 2011), bajo los siguientes supuestos:

- Un diseño experimental que articula aspectos disciplinarios y prácticos del oficio, modelando clases para los/as estudiantes en centros educativos concretos y en manos de futuros/as profesores/as.
- Las universidades pueden cumplir eficazmente su rol estrechando sus vínculos con los medios escolares, profundizando su conocimiento de las realidades de las escuelas y poniendo en marcha programas centrados en problemas concretos que experimentan los/as profesores/as en sus prácticas.
- El papel del futuro profesor/a como "investigador/a" capaz de generar conocimiento sobre la enseñanza válido para cambiar las instituciones educativas.
- Promover experiencias en entornos de aprendizaje que enfatizan la resolución de problemas, la comunicación y el razonamiento, y tener capacidad para analizar su propia enseñanza y el aprendizaje de sus alumnos/as.
- El proceso de aprendizaje del profesorado se ve como un proceso constructivo caracterizado por los significados asociados a las tareas propuestas en el programa de formación, la actividad que estas parecen generar, el contexto social en el que se desarrollan y los cambios en dichos significados como una consecuencia de ello.
- En síntesis, un diseño que busca impactar en la universidad y la escuela simultáneamente es coherente con una perspectiva del conocimiento del profesorado que considera aspectos generados mediante la reflexión sobre la propia práctica.

6.6.1. Características de la secuencia-didáctica

Las estrategias para la construcción de las actividades consideran: situaciones de experimentación de fenómenos científicos y sociales, la indagación de fenómenos, la modelización de situaciones del ámbito local y el trabajo de proyectos **con** actividades propias de la Región. Las fases del modelo descritas por Jorba & Casellas (1997) y Jorba & SanMartí (1996) son:

- (a) Exploración: Actividades que sitúen a las y los estudiantes en experimentos, formulando sus propios puntos de vista de tal manera que tenga una visión global del fenómeno a estudiar. En esta fase se puede reconocer sus razonamientos, el uso del lenguaje, sus dificultades y obstáculos, sus intuiciones o aciertos.
- (b) Introducción de conceptos y procedimientos o modelización. Situaciones experimentales e indagativas que favorezcan la confrontación entre diversos modos

de observar los fenómenos y de pensar sobre ellos; representarlas con distintos lenguajes.

(c) Estructuración del conocimiento. Esta fase ayuda a las y los estudiantes a construir el conocimiento facilitando el reconocimiento de que el fenómeno funciona según reglas determinadas. Esquematización y estructuración, mapas conceptuales o bases de orientación, valorando sus aproximaciones y aciertos.

(d) Aplicación. Actividades que transfieran sus aprendizajes a otras situaciones más compleja para consolidar y reelaborar lo aprendido. Las situaciones pueden ser elegidas por las y los estudiantes y trabajar la metodología de proyectos como ajuste final del ciclo.

El modelo incorpora en el diseño de los ciclos habilidades tales como: (1) Comunicar y Argumentar procesos y métodos (utilizar diversos lenguajes técnicos); Organizar e Interpretar Información (análisis de representaciones); Establecer relaciones y descripciones; Pensamiento sistemático; Indagación; Visualización y sistemas de representación. (2) Descubrimiento y reflexión (exploración); Creatividad y originalidad (creatividad de resonancia acotada); Capacidad Investigativa (levantamiento de hipótesis, tratamiento de información, uso de modelos gráficos y analíticos, intuición); (3) Desarrollo de la autonomía; trabajo en equipo; Valoración de la interrelación disciplinar.

6.6.2. Etapa de implementación

La gestión en el aula fue desarrollada en el segundo semestre del año 2018 por los/as futuros/as profesores/as de matemática y de educación básica con el apoyo de los/as profesores/as de los diferentes cursos de los establecimientos y el equipo de investigadores/as.

6.6.3. Estrategias para abordar la inclusión

Para abordar la inclusión se trabajó mediante la discusión y el análisis de las investigaciones que muestran diferencias de género en pruebas estandarizadas y planes de estudio de MINEDUC. Se consideraron en el diseño del Plan de Clases los tipos de problemas que favorezcan la inclusión evitando estereotipos y la evaluación de actitudes que promuevan:

- El respeto por las ideas de las y los estudiantes, evitando cualquier forma de discriminación.
- Generar instancias de aprendizaje para el logro de los objetivos de todos los alumnos y alumnas.
- Evitar estereotipos hacia las niñas y jóvenes.
- Dar igualdad de oportunidades en la discusión de ideas, planteamientos diferentes.
- Considerar el error como obstáculo y no como falta de conocimiento.
- Incorporar actividades de los contextos de las y los estudiantes y de la realidad sociocultural, valorando la diversidad.

Aplicación de recursos tecnológicos en los procesos de aprendizaje.

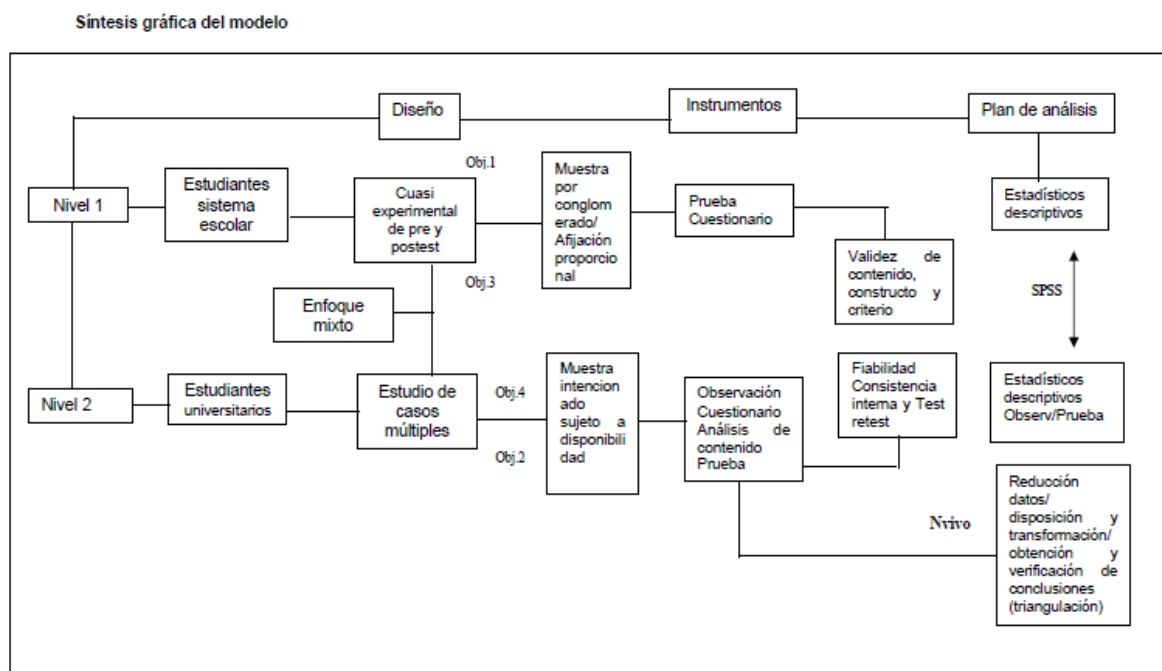
La utilización de herramientas tecnológicas reviste importancia para el estudio de las representaciones, la visualización, el tratamiento de imágenes, búsqueda de patrones y simulación. Por ello se utilizaron diferentes softwares educativos que estuviesen disponibles en los establecimientos puesto que en las relaciones que se presentan en diversos fenómenos del entorno y de las ciencias requieren de estas herramientas.

6.7. Métodos y técnicas de análisis

El análisis de los datos cuantitativos contempló estadísticos descriptivos (frecuencias y porcentajes), análisis de la consistencia interna de los cuestionarios (fiabilidad); análisis de componentes principales para reducir dimensiones (habilidades) y encontrar relaciones entre las variables; análisis con máquina de soporte vectorial, para clasificar y distinguir género entre los sujetos muestreados y estudio de correlaciones entre las categorías (variables) para analizar la relación existente entre los distintos sujetos de la muestra. Estos análisis se fueron apoyados por el software estadístico R.

En el análisis de los datos cualitativos se consideró los planteamientos de Sandín (2010) a través de la transcripción y lectura de los datos provenientes de los textos, producciones de las y los estudiantes y observaciones de clase, en principio de manera individual a través de la codificaron de las y los participantes y la sistematización en matrices. Luego se asignó etiquetas preliminares que actuarán como “lentes” para mirar las categorías de interés para el estudio. Se fueron realizado anotaciones siguiendo un procedimiento inductivo para finalmente ser contrastados con los marcos teóricos. Los análisis fueron apoyados por software estadístico Nvivo. En cuadro 16 se muestra una síntesis gráfica de la secuencia metodológica que se siguió en el estudio para ambos grupos (alumnado del sistema escolar (Nivel 1) y futuros/as profesores/as del sistema universitario de las carreras de pedagogía en matemática y de Educación general básica con mención en matemática (Nivel 2).

Cuadro 10. Síntesis gráfica del modelo metodológico para el estudio



Fuente: Elaboración propia.

7. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Se presentan los resultados del experimento implementado en la Provincia de Talca, tanto del sistema escolar como del sistema universitario, que permiten dar respuesta a cada uno de los objetivos del estudio. El Nivel 1 corresponde al alumnado del sistema escolar de los niveles de Educación general básica y Educación media de los establecimientos municipalizados con índice de vulnerabilidad sobre el 50%. El Nivel 2, corresponde al sistema universitario conformado por los/as futuros/as profesores/as, de Pedagogía en Matemática y Computación y de Educación General Básica con mención en matemática de una universidad regional que realizaron la intervención en las aulas en el contexto de sus prácticas tempranas.

Los resultados tanto cualitativos como cuantitativos se presentarán por niveles, lo que permitirá obtener una panorámica detallada de lo que sucede tanto en el nivel escolar como en el nivel universitario y ayudará a interpretar la relación entre ambos sistemas y en definitiva dar respuesta a cada uno de los objetivos de la investigación y a las interrogantes de esta.

7.1. Nivel 1. Sistema Escolar

Presentamos los resultados cuantitativos del Nivel 1, tanto al inicio como al final del experimento, referido a describir la brecha de género existente respecto de las habilidades matemáticas/científicas y tecnológicas en la resolución de problemas integradores tipo STEM y que está conformado por una muestra representativa de alumnos/as de 5to básico, 1ero medio y 3ero técnico profesional. En primer lugar, presentamos los resultados cuantitativos por género respecto de la brecha entre el pretest y postest donde se utilizó una prueba t-student para muestras pareadas para cada una de las categorías y subcategorías descritas con un nivel de confianza del 95%. En segundo lugar, se muestran los resultados del pretest que permiten describir la brecha existente entre varones y mujeres al inicio de la experiencia, lo que dará respuesta al objetivo 1. En tercer lugar, se presentan los resultados comparativos entre el pretest y postest del alumnado del sistema escolar, mediante una prueba t para muestras independientes, que ha permitido caracterizar las habilidades, tanto de los varones como de las mujeres, cuando son formados mediante una secuencia didáctica integradora dando respuesta al objetivo 3. En cuarto lugar, se presentan los resultados cuantitativos del cuestionario aplicado al alumnado del sistema escolar para ver las concepciones sobre matemática y género. Finalmente, se presentan los análisis cualitativos de un focus group realizado a una submuestra de alumnos/as de un curso de 5to básico y de 1ero medio para analizar la perspectiva de género en el contexto escolar.

7.1.1 Resultados cuantitativos por género de las habilidades matemáticas, científicas y tecnológicas del sistema escolar. Nivel 1. Pretest-postest

Para analizar la brecha de género se implementó en el alumnado del sistema escolar dos pruebas, una al inicio de la experiencia y la otra la final de esta. Ambas pruebas estaban basadas en problemas tipo STEM que permitió verificar el desarrollo de las habilidades matemáticas de modelar, representar y argumentar y comunicar; en cuanto a las habilidades científicas se consideraron iniciar procesos investigativos, mediante el levantamiento de preguntas de investigación, hipótesis y, comunicar y argumentar y levantar propuestas para abordar problemáticas de acuerdo con los contextos. En el caso de las habilidades tecnológicas se consideró la selección de medios tecnológicos, utilización de dichos recursos y argumentar y comunicar usando objetos tecnológicos. Presentamos los resultados de las habilidades matemáticas, científicas y tecnológicas considerando a los 3 niveles del sistema escolar lo que nos permitirá tener una panorámica de las principales dificultades y aciertos en cada nivel. Finalmente se extraen conclusiones nucleares de las brechas de género en los tres niveles en la etapa inicial (pretest) y etapa final (postest) una vez implementada la secuencia.

Se presentan los resultados de las habilidades matemáticas, científicas y tecnológicas considerando a los 3 niveles del sistema escolar lo que nos permitió determinar la brecha de género en los tres niveles en la etapa inicial (pretest) y etapa final (postest) una vez implementada la secuencia.

En las Tablas 3 y 4 se presentan las brechas de género para las habilidades matemáticas, y en la 5 y 6, científicas, y tecnológicas del sistema escolar medio tanto para los colegios científico-humanistas como para los colegios técnico-profesionales, donde se puede observar que en los establecimientos científico-humanistas no hubo diferencias de género en el pretest en ninguna de las habilidades, categorías o subcategorías medidas, tampoco se presentaron diferencias significativas en las subcategorías pertenecientes a la habilidad científica. En el caso de los establecimientos técnico-profesionales, en el pretest sólo se aprecian diferencias de género significativas en la categoría (y subcategoría correspondiente) de selección de medios tecnológicos, perteneciente a la habilidad tecnológica, la cual desaparece en el postest.

En el caso del alumnado de 5to básico (tabla 7) se puede observar que solo existen brechas de género significativas en el pretest en la habilidad matemática de argumentación de procesos y métodos a favor de los varones. Sin embargo, es importante mencionar que en las habilidades tecnológicas se obtuvo un porcentaje de logro del 0% en cada uno de los ítems bajo estudio. Lo anterior implica que no exista variabilidad en los datos (error estándar 0%), por tanto, no fue posible realizar una prueba t.

En las figuras 5 y 6, se visualizan los porcentajes de logro promedio para el género masculino (cuadrados) y género femenino (triángulos), tanto para el pretest como para el postest. Además, el largo de cada línea horizontal entre las figuras representa el valor de la brecha de género en la correspondiente subcategoría. Adicionalmente, cuando la brecha de género es significativa esta es representada con una línea punteada, mientras que aquellas no significativas se representan con una línea continua.

Tabla 3. Brechas de género para las habilidades matemáticas establecimientos científico-humanistas y técnicos profesionales. Pretest-postest

Habilidad	Categoría	Subcategoría	Científico Humanista								Técnico Profesional							
			Pretest				Postest				Pretest				Postest			
			M	F	Dif	P	M	F	Dif	P	M	F	Dif	P	M	F	Dif	P
Matemática	Modelar		16.9 (2.3)	17.5 (2.1)	-0.58	0.853	25.9 (2.3)	28.6 (2.1)	-2.69	0.387	15.7 (2.3)	14.1 (2.2)	1.56	0.624	32.7 (3.4)	25.9 (3.7)	6.81	0.183
			18.0 (2.3)	17.9 (1.8)	0.09	0.974	27.1 (1.7)	24.8 (1.7)	2.29	0.339	13.7 (1.9)	10.9 (1.6)	2.80	0.265	32.5 (3.7)	25.8 (3.9)	6.68	0.219
		Simplificación del problema real	32.3 (3.4)	36.3 (3.3)	-3.99	0.402	41.2 (2.9)	44.6 (3.0)	-3.38	0.417	23.4 (3.8)	14.5 (2.6)	8.94	0.059	46.5 (5.2)	45.1 (5.7)	1.46	0.849
		Matematización	21.8 (2.9)	22.4 (2.3)	-0.57	0.878	36.3 (2.6)	33.5 (2.5)	2.79	0.438	17.0 (2.3)	14.5 (2.1)	2.49	0.429	38.2 (4.7)	32.7 (5.4)	5.46	0.452
		Interpretación de la solución	13.2 (2.5)	10.5 (1.6)	2.73	0.364	22.8 (2.4)	15.3 (2.0)	7.45	0.021*	9.6 (2.3)	10.2 (2.1)	-0.57	0.855	26.9 (3.8)	11.5 (3.4)	15.48	0.004†
		Verificar y validar	8.9 (2.7)	8.1 (2.3)	0.85	0.813	0.9 (0.7)	4.0 (1.7)	-3.02	0.104	4.2 (1.7)	3.9 (1.8)	0.22	0.929	19.2 (3.7)	12.5 (3.5)	6.69	0.197
		Análisis y proy. del modelo	7.3 (1.8)	5.4 (1.5)	1.91	0.413	14.3 (1.7)	8.3 (1.5)	5.97	0.009*	4.0 (1.2)	2.4 (0.8)	1.56	0.301	16.7 (3.4)	10.9 (3.3)	5.73	0.230
		Comunicar y argumentar	12.5 (2.0)	11.3 (1.7)	1.15	0.663	16.7 (1.7)	18.1 (1.8)	-1.31	0.603	14.9 (2.3)	13.2 (2.6)	1.72	0.626	32.3 (3.8)	24.2 (4.0)	8.05	0.150
		Representar	20.9 (2.8)	21.5 (2.6)	-0.65	0.866	34.0 (3.0)	38.9 (2.9)	-4.93	0.240	23.5 (3.2)	20.8 (3.2)	2.66	0.556	40.6 (4.1)	34.7 (4.9)	5.91	0.357
		Producciones discursivas	20.5 (3.1)	20.8 (3.0)	-0.23	0.957	32.5 (3.0)	38.1 (2.7)	-5.55	0.177	22.6 (2.9)	22.7 (3.4)	-0.08	0.986	44.5 (4.5)	38.7 (5.7)	5.80	0.428
		Producciones no discursivas	22.8 (3.6)	23.1 (3.3)	-0.31	0.949	42.9 (3.4)	43.3 (3.5)	-0.33	0.947	26.2 (4.0)	20.4 (4.0)	5.80	0.307	38.4 (4.9)	34.4 (5.8)	4.00	0.602
		Sistemas de representación	31.2 (3.7)	33.8 (3.6)	-2.60	0.613	42.0 (3.7)	46.4 (3.9)	-4.45	0.413	26.2 (4.1)	21.7 (4.2)	4.48	0.449	39.5 (4.5)	35.2 (5.7)	4.38	0.549
		Coordinación de registros	9.4 (2.7)	9.2 (2.2)	0.14	0.967	19.8 (4.1)	28.6 (3.9)	-8.76	0.126	19.6 (4.7)	16.4 (3.9)	3.20	0.603	32.1 (4.0)	26.6 (4.5)	5.58	0.357
		Argumentar y comunicar	12.0 (2.3)	13.2 (2.2)	-1.19	0.710	16.8 (2.8)	22.2 (2.5)	-5.43	0.149	10.0 (2.1)	10.8 (2.2)	-0.79	0.799	23.8 (3.1)	17.3 (3.1)	6.49	0.143
		Lenguaje matemático	12.5 (2.9)	12.7 (2.6)	-0.19	0.961	24.5 (3.5)	26.2 (2.7)	-1.66	0.711	11.3 (2.6)	15.8 (3.3)	-4.48	0.291	27.3 (4.0)	24.2 (4.8)	3.11	0.621
		Arg. de los procesos y métodos	13.4 (2.8)	16.2 (3.1)	-2.76	0.515	9.4 (2.8)	17.1 (3.3)	-7.63	0.080	10.7 (3.5)	8.6 (2.7)	2.16	0.629	22.7 (3.8)	23.4 (4.9)	-0.76	0.902
		Explicitación de resultados	13.8 (2.9)	16.5 (2.9)	-2.70	0.510	14.6 (3.3)	21.0 (2.8)	-6.41	0.138	6.5 (1.9)	6.6 (1.8)	-0.03	0.991	16.3 (3.3)	10.9 (2.7)	5.34	0.218
		Art. y just. sus ideas matemáticas	14.7 (3.2)	16.9 (3.2)	-2.19	0.628	22.2 (3.5)	31.0 (3.1)	-8.78	0.063	14.9 (4.0)	9.9 (3.5)	5.01	0.347	31.4 (4.9)	18.8 (4.8)	12.65	0.069
		Someter a prueba proc. y estrategias	5.4 (2.0)	3.5 (1.5)	1.90	0.452	13.2 (3.3)	15.9 (2.8)	-2.67	0.545	6.5 (2.4)	13.2 (3.2)	-6.61	0.106	21.5 (4.0)	9.4 (2.9)	12.14	0.017†

Tabla 4. Brechas de género para las habilidades matemáticas establecimientos enseñanza básica. Pretest-postest

Habilidad	Categoría	Subcategoría	Pretest				Postest			
			M	F	Dif	P	M	F	Dif	P
Matemática			18.6 (2.4)	19.2 (1.6)	-0.68	0.817	30.9 (2.3)	31.2 (2.2)	-0.26	0.935
	Modelar		15.2 (2)	13.3 (1.6)	1.97	0.444	17.2 (2.3)	19.6 (2.7)	-2.41	0.499
		Inferencia estadística informal	21.9 (3.1)	20.9 (2.4)	1.02	0.794	20.6 (2.9)	25.5 (3.3)	-4.87	0.276
		Matematización	14.5 (2.1)	13.2 (2)	1.25	0.667	19.1 (3)	20.9 (3.4)	-1.83	0.688
		Interpretación de la solución	17.1 (2.4)	12.5 (2)	4.61	0.139	18.4 (3)	20.7 (3)	-2.25	0.602
		Verificar y validar	8.3 (1.3)	6 (1)	2.32	0.168	11.2 (2)	11.8 (2.4)	-0.59	0.850
	Representar		26.9 (3.6)	34.4 (3.3)	-7.51	0.122	60.9 (4.1)	59.7 (3.8)	1.20	0.830
		Producciones no discursivas	26.9 (3.6)	34.4 (3.3)	-7.51	0.122	60.9 (4.1)	59.7 (3.8)	1.20	0.830
	Argumentar y comunicar		13.6 (2.6)	10.1 (1.5)	3.50	0.245	14 (2.8)	14.2 (2.9)	-0.15	0.971
		Lenguaje matemático	19.3 (2.9)	18.8 (2.5)	0.55	0.887	15.4 (3)	16.8 (3.1)	-1.48	0.733
		Argumentación de los procesos y métodos	7.9 (2.6)	1.4 (1.1)	6.45	0.024	12.7 (2.8)	11.5 (2.9)	1.18	0.769

Tabla 5. Brechas de género para las habilidades científicas y tecnológicas de los establecimientos científicos humanistas y técnicos profesionales

Habilidad	Categoría	Subcategoría	Científico Humanista								Técnico Profesional							
			Pretest				Postest				Pretest				Postest			
			M	F	Dif	P	M	F	Dif	P	M	F	Dif	P	M	F	Dif	P
Científica	Iniciar proc. Investigativos		13.1 (2.3)	19.1 (2.6)	-6.08	0.080	12.4 (2.2)	18.7 (2.6)	-6.27	0.071	8.8 (2.6)	10.0 (2.2)	-1.25	0.717	23.8 (3.6)	15.0 (3.4)	8.80	0.080
		Formulación de preguntas	18.8 (3.6)	26.2 (3.9)	-7.40	0.166	17.0 (3.5)	25.0 (4.0)	-8.02	0.137	15.2 (5.8)	26.7 (6.1)	-11.55	0.175	29.7 (5.1)	21.9 (5.4)	7.78	0.299
		Formulación de hipótesis	12.5 (3.1)	21.9 (4.0)	-9.42	0.063	10.4 (2.6)	17.1 (2.7)	-6.69	0.075	17.0 (5.6)	20.7 (5.6)	-3.73	0.639	26.7 (4.8)	17.2 (4.7)	9.56	0.159
		Comunicar y argumentar	10.5 (2.0)	14.2 (2.1)	-3.74	0.194	11.1 (2.0)	16.3 (2.4)	-5.18	0.106	5.1 (2.2)	2.0 (1.4)	3.09	0.241	19.5 (3.5)	10.5 (3.1)	8.93	0.060
			9.9 (2.1)	7.7 (1.6)	2.23	0.394	6.9 (2.0)	12.1 (2.1)	-5.14	0.079	18.7 (3.3)	8.6 (2.0)	7.10	0.075	30.7 (4.9)	21.7 (4.2)	9.02	0.171
Tecnológica	Selección de medios tecnológicos		10.7 (2.1)	8.3 (1.8)	2.38	0.391	6.3 (1.8)	11.6 (2.0)	-5.35	0.051	27.4 (6.0)	13.0 (2.8)	14.42	0.039 [†]	62.7 (6.0)	60.6 (6.3)	2.18	0.803
		Selecciona aplicaciones tecnológicas	10.7 (2.1)	8.3 (1.8)	2.38	0.391	6.3 (1.8)	11.6 (2.0)	-5.35	0.051	27.4 (6.0)	13.0 (2.8)	14.42	0.039 [†]	62.7 (6.0)	60.6 (6.3)	2.18	0.803
	Utiliza medios tecnológicos		7.5 (1.7)	5.5 (1.2)	1.96	0.336	3.8 (1.1)	7.1 (1.2)	-3.29	0.047 [†]	19.8 (5.5)	13.0 (3.5)	6.88	0.295	54.6 (7.0)	45.6 (7.8)	9.07	0.391
		Uso de aplicaciones tecnológicas	7.5 (1.7)	5.5 (1.2)	1.96	0.336	3.8 (1.1)	7.1 (1.2)	-3.29	0.047 [†]	19.8 (5.5)	13.0 (3.5)	6.88	0.295	54.6 (7.0)	45.6 (7.8)	9.07	0.391
	Comunicar a través de objetos tecn.		11.5 (2.7)	9.1 (2.1)	2.36	0.494	10.7 (3.1)	17.5 (3.2)	-6.77	0.129	8.0 (3.9)	1.7 (1.7)	6.31	0.145	11.9 (4.4)	5.3 (3.7)	6.60	0.258
		Comunica la información objetos tecnológicos	11.5 (2.7)	9.1 (2.1)	2.36	0.494	10.7 (3.1)	17.5 (3.2)	-6.77	0.129	8.0 (3.9)	1.7 (1.7)	6.31	0.145	11.9 (4.4)	5.3 (3.7)	6.60	0.258
			11.5 (2.7)	9.1 (2.1)	2.36	0.494	10.7 (3.1)	17.5 (3.2)	-6.77	0.129	8.0 (3.9)	1.7 (1.7)	6.31	0.145	11.9 (4.4)	5.3 (3.7)	6.60	0.258

Tabla 6. Brechas de género para las habilidades científicas de los establecimientos científicos de enseñanza básica

Científica		28.1 (1.9)	30.3 (1.9)	-2.22	0.404	41.2 (3.9)	53.4 (3.7)	-12.14	0.026*	
	Iniciar procesos investigativos		28.1 (1.9)	30.3 (1.9)	-2.22	0.404	41.2 (3.9)	53.4 (3.7)	-12.14	0.026*
		Formulación de preguntas	28.1 (1.9)	30.3 (1.9)	-2.22	0.404	41.2 (3.9)	53.4 (3.7)	-12.14	0.026*
	Formulación de hipótesis	28.1 (1.9)	30.3 (1.9)	-2.22	0.404	41.2 (3.9)	53.4 (3.7)	-12.14	0.026*	
Tecnológica	Selección de medios tecnológicos		0 (0)	0 (0)	0.00	-	3.5 (2.5)	3.8 (2.7)	-0.34	0.926
			0 (0)	0 (0)	0.00	-	3.5 (2.5)	3.8 (2.7)	-0.34	0.926
	Utiliza medios tecnológicos	Selecciona aplicaciones tecnológicas	0 (0)	0 (0)	0.00	-	3.5 (2.5)	3.8 (2.7)	-0.34	0.926
			0 (0)	0 (0)	0.00	-	3.5 (2.5)	3.8 (2.7)	-0.34	0.926
	Utiliza medios tecnológicos	Uso de aplicaciones tecnológicas	0 (0)	0 (0)	0.00	-	3.5 (2.5)	3.8 (2.7)	-0.34	0.926
			0 (0)	0 (0)	0.00	-	3.5 (2.5)	3.8 (2.7)	-0.34	0.926

Figura 5. Diagrama de las brechas de género para las habilidades matemáticas científicas y tecnológicas de los establecimientos científico humanista y técnico profesional

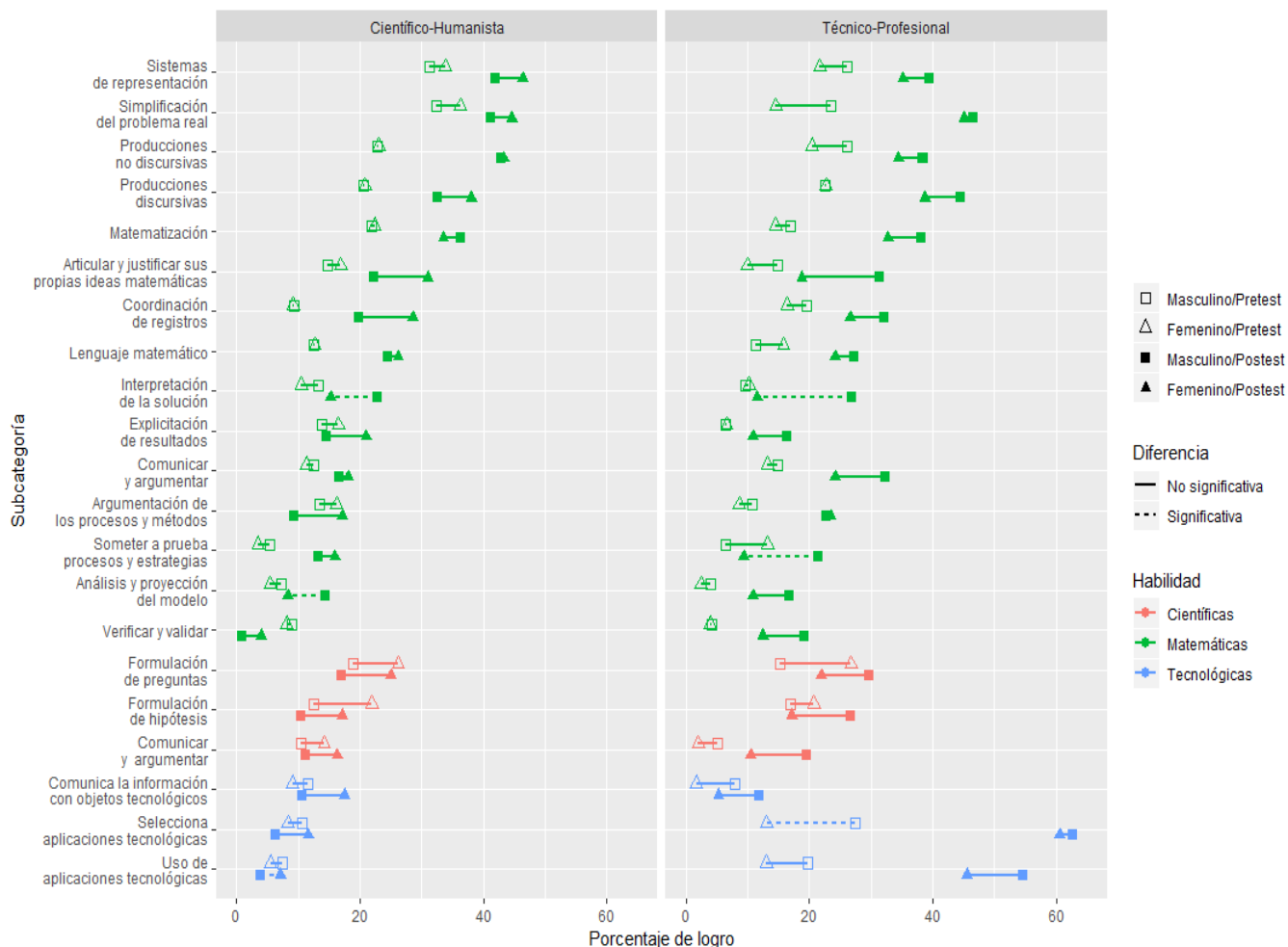
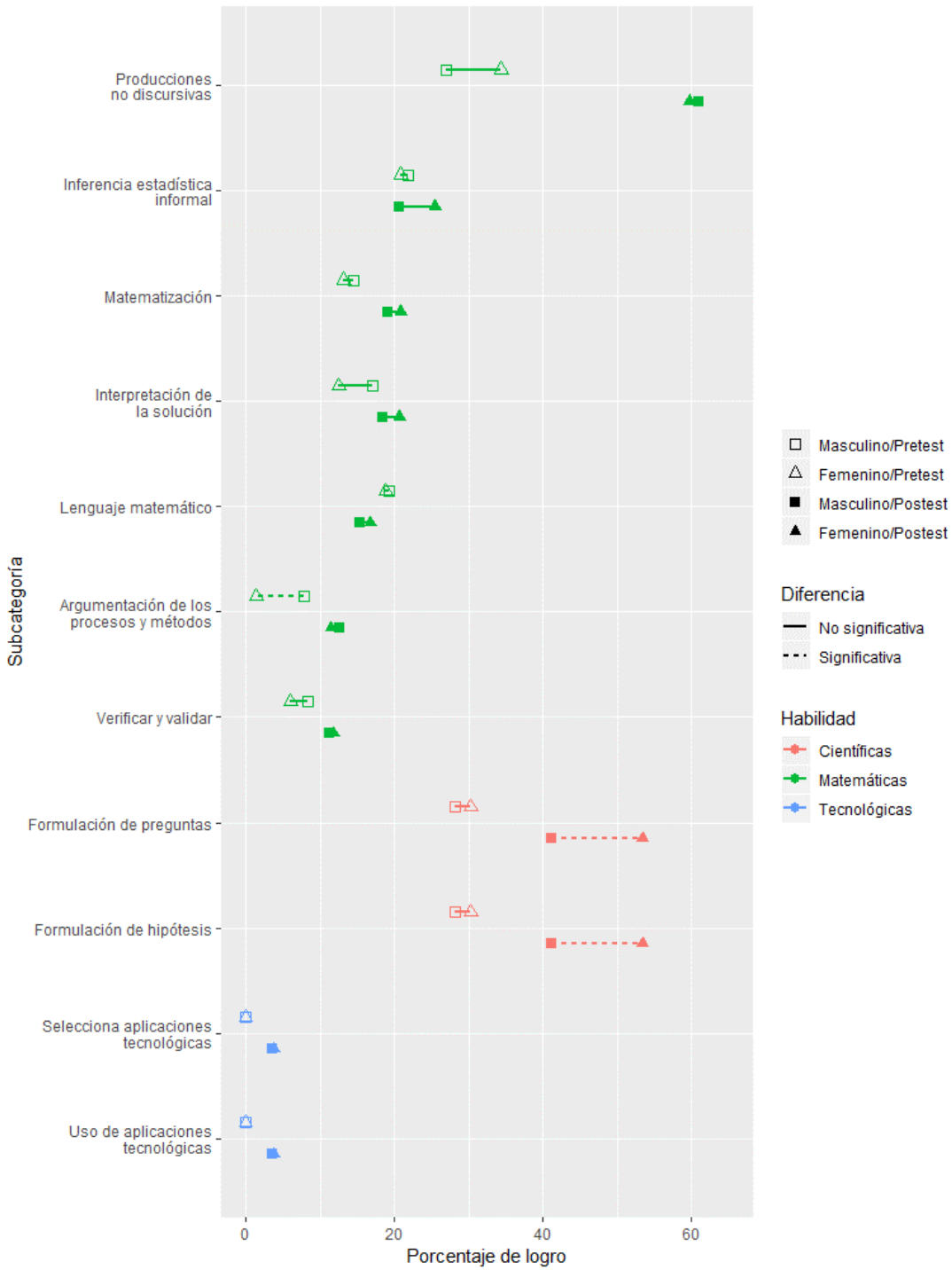


Figura 6. Diagrama de las brechas de género para las habilidades matemáticas científicas y tecnológicas de los establecimientos de educación básica



7.1.2. Síntesis de la brecha de género respecto de las habilidades matemáticas/científicas/tecnológicas al inicio de la experiencia. Nivel 1 Sistema escolar

A continuación, se presentan los resultados resumidos respecto de la brecha de género al inicio de la experiencia respecto de las habilidades matemáticas científicas y tecnológicas, lo que permitió dar respuesta al Objetivo 1 del presente estudio.

7.1.2.1. Habilidades matemáticas

A partir de los resultados y análisis del apartado anterior, en las habilidades matemáticas, se ha podido observar (Tablas 5, 6 y 7) que al inicio de la experiencia no existe, en ninguno de los niveles educativos analizados, diferencias significativas entre varones y mujeres y para ninguna de las categorías descritas, esto es, tanto hombres como mujeres en promedio son homogéneos en la partida, aunque con niveles de desarrollo bajos donde en ninguno de los niveles de enseñanza el alumnado sobrepasa el 25%. A excepción de los niños y niñas de educación básica que alcanzan un 35%, pero solo en la habilidad de representar mediante un trabajo con esquemas, dibujos, entre otros, y en procesos de modelamiento estadístico.

Para tener una visión más completa respecto del desempeño en el desarrollo de los problemas, hemos analizado a nivel de cada categoría y por indicador para detectar posibles brechas y extraer pistas de los aciertos, dificultades y obstáculos que presentan, tanto los varones como las mujeres, cuando se enfrenta a la resolución de problemas tipo STEM.

Respecto de la habilidad matemática de modelar, en la cual no hay diferencias significativas entre varones y mujeres, específicamente en el ciclo de modelamiento, se ha detectado, al inicio de la experiencia, enormes debilidades y dificultades que manifiesta el alumnado del sistema escolar en la resolución de problemas en contextos de aplicación, donde tanto los varones como las mujeres para 1ero y 3ero medio no superan el 18% y para 5to básico el 15.2%. Estos resultados son coincidentes con pruebas internacionales como PISA (2006, 2012, 2016), donde se evidencia que el alumnado chileno no alcanza a superar el nivel 2 de los 6 niveles declarados, donde en el nivel 5 y 6 se declara la habilidad de modelar.

Un elemento importante de explicitar, en el caso del alumnado del área científico humanista, es que centra el trabajo matemático en la simplificación y en la matematización, donde se obtuvo los más altos niveles de logro (no sobrepasa el 32% para los varones y 36% para las mujeres), lo que es coincidente con los resultados de las pruebas PISA (2016), que en general los estudiantes chilenos centran la actividad matemática mayormente en las etapas iniciales del trabajo matemático, como es la organización de datos, simplificación y procesos de matematización. Algo similar ocurre en 3ro medio técnico, pero con porcentajes promedio aún más bajos (no supera 17% en los varones y el 15% en las mujeres). Llama la atención que el alumnado de establecimientos técnicos, tanto varones como mujeres, obtengan estos resultados teniendo en cuenta que ellos/as cursan 3ro medio técnico profesional y los problemas tipo STEM estaban relacionados con sus profesiones.

Las mayores dificultades en el ciclo de modelado, en el alumnado de secundaria, se evidencian en la verificación y validación y en el análisis y proyección del modelo (es decir encontrar las fortalezas y limitaciones del modelo y establecer una generalización de éste). En el caso de la validación y verificación del modelo los porcentajes promedios no superan el 9% en 1ero medio, el 5% en 3ero técnico profesional. También se observa la misma dificultad para el alumnado de 5to básico pues no superan el 9%.

Por último, en la comunicación y argumentación en los procesos del modelado los resultados de ambos grupos no superan el 15%, lo que constituye bajos niveles de logro. Aunque no hay diferencias significativas, en ningún nivel de enseñanza, entre varones y mujeres se requiere poner atención.

Respecto de la habilidad de representar, es una de las habilidades matemáticas más desarrolladas por el alumnado de los tres niveles, aunque al inicio no sobrepasa el 22% en secundaria y el 26.9% en básica. En esta habilidad una de las mayores dificultades para el alumnado de secundaria, lo constituye el indicador coordinación de registros, por lo que hay que poner atención debido a que las investigaciones reportan que, aunque se hace difícil el tránsito por las diferentes representaciones (Duval, 1998), es trascendental en la actividad matemática, en especial en problemas de modelación, por la importancia que tiene observar los fenómenos desde diversas perspectivas para la comprensión de procesos y métodos matemáticos (Aravena, Caamaño y Giménez, 2008), por lo que se requiere ser trabajada en forma sistemática en el sistema educativo.

Sobre la habilidad de comunicar y argumentar los procesos y métodos matemáticos, a nivel de secundaria, es una de las habilidades que obtiene los promedios más bajos tanto al inicio como al final de la experiencia (13.5% para 1ero medio y el 10.8% para 3ero). Aunque al inicio no hay diferencias significativas en ninguno de los indicadores los porcentajes de logro son muy bajos. La importancia de argumentar y comunicar es reportada en diversos estudios, colocando en evidencia que es una de las habilidades que menos se trabaja. Coincidimos con Alsina (1998) quien reporta que esta habilidad requiere que sea considerada en la actividad matemática del alumnado en todos los niveles de enseñanza.

7.1.2.2. Habilidades científicas

En las habilidades científicas no existen cambios significativos en las brechas de varones y mujeres en ninguno de los niveles del sistema educativo escolar. Sin embargo, los resultados evidencian que en los tres niveles hay un escaso conocimiento de los fenómenos científicos, donde el alumnado presenta dificultades que radican en identificar factores de riesgo, factores medioambientales o educativos en los fenómenos naturales. En el caso del alumnado de educación media, presenta dificultades en argumentar y comunicar con lenguaje científico y la importancia de abordar el problema para el cuidado del medio ambiente o para el desarrollo sostenible de la sociedad. Estos bajos resultados son coincidentes con los resultados de PISA (2016) y con las investigaciones que muestran el escaso conocimiento del alumnado en la comprensión de los fenómenos naturales y

sociales. En el caso del alumnado de básica, aunque son los que obtienen los más altos logros, no superan el 30% en esta habilidad. Una de las causas que la literatura coloca a disposición podría estar relacionada con la fragmentación de estas materias o con la falta de trabajo práctico del alumnado en general (Speering y Rennie, 1996; Vasquez y Manassero, 2008, 2017).

7.1.2.3. Habilidades tecnológicas

Por último, en las habilidades tecnológicas, en 1ero medio, no hay diferencias significativas entre varones y mujeres. Llama la atención que el alumnado de secundaria, en todos los indicadores, que debieran ser de uso común en la enseñanza y que MINEDUC (2012) ha puesto el énfasis en los planes y programas de estudio, tanto varones como mujeres no superen el 11% y 10% respectivamente. Cabe destacar que esta habilidad es muy importante en el siglo 21, en especial en un mundo hiperconectado, donde la educación del futuro es aprender a comunicarse mediante los medios de información para al conocimiento y usando medios tecnológicos (OIE, 2016). A través de estos resultados, se puede conjeturar que, en esta muestra de alumnos/as, esta habilidad no está siendo del todo desarrollada en las diversas disciplinas, menos aún articuladas con las matemáticas y las ciencias.

Podemos concluir que en general, al inicio de la experiencia, no hay diferencias de género en las habilidades matemáticas científicas y tecnológicas puesto que tanto los varones como las mujeres presentan muy bajos niveles de logro en un trabajo integrado entre las disciplinas. Solo en el caso puntual del indicador selección de medios tecnológicos, en 3ero técnico profesional, hay diferencias significativas a favor de los varones ($p=0.039$) y en el caso de 5to básico no fue posible identificar diferencias por lo explicitado anteriormente.

7.1.3. Caracterización de las habilidades cuando son formados en contextos integradores. Perfil de progreso

A partir de los resultados presentados en el apartado 7.1.1, se muestra en la tabla 7 las diferencias entre el pretest y posttest que nos permitió caracterizar las habilidades que manifiesta el alumnado del sistema educativo cuando han sido formados mediante una secuencia integradora, que consideró problemas tipo STEM. La unidad que se implementó en el aula durante un mes fue diseñada y gestionada por los/as futuros/as profesores/as en el contexto de sus prácticas tempranas y profesionales.

Para el caso del alumnado de secundaria, tanto el diseño como la gestión de aula, fue realizada por grupos de trabajos de 4 alumnos/as y en el caso de educación básica por 5 alumnas, en forma individual, que aceptaron participar de la experiencia.

En el caso del alumnado de 5to básico, no es posible comparar las habilidades tecnológicas, puesto la variabilidad de los datos es 0% puesto que al inicio no sabían utilizar ningún medio tecnológico.

7.1.3.1. Habilidades matemáticas

Respecto de las habilidades matemáticas, se observa en la tabla 7, que tanto los varones como las mujeres de 1ero y 3ero medio han progresado significativamente en las habilidades de modelar y representar. Sin embargo, en el caso de la habilidad de argumentar y comunicar sólo las mujeres de 1ero medio han tenido un avance significativo producto de la experiencia integradora ($p < 0.004$) y en el caso de 3ero medio técnico profesional solo los varones ($p < 0.001$). Sin embargo, tal como se explicó en el apartado 7.1.1, al final de la experiencia, ambos progresaron, por ello no hay diferencias significativas entre varones y mujeres respecto de la variable género, siendo las mujeres las que progresaron mucho más que los varones en 1ero medio y los varones más que las mujeres en 3ero técnico. Para el caso de 5to básico se puede observar en la tabla 8 que al final de la experiencia hay diferencias altamente significativas en las habilidades de modelar y representar, tanto en los niños como en las niñas ($p < 0.001$), pero, no se presentan diferencias significativas en la habilidad de comunicar y argumentar. Para tener una visión más acabada y microscópica respecto de los indicadores, y explicar dicho progreso, analizaremos en detalle dentro de cada una de estas habilidades.

(1) Habilidad de modelar

En 1ero medio, se puede observar en la tabla 7 que para el caso de los varones hay diferencias significativas, a favor del postest ($p = 0.001$), en 5 de los 6 indicadores del ciclo de modelado. En el indicador en comunicar y argumentar los varones no presentan diferencias significativas a favor del postest ($p = 0.121$) y aunque progresan sigue siendo una dificultad dentro del ciclo de modelado, pues los porcentajes iniciales estaban dentro de los más bajos. En el caso de las mujeres existen diferencias significativas a favor del postest ($p = 0.00$) en 5 de los 6 indicadores. En el indicador verificar y validar, aunque progresaron sigue siendo una dificultad para las mujeres.

Respecto del 3ero medio técnico profesional, los resultados muestran que para el caso de los varones hubo diferencias significativas en todos los indicadores del ciclo de modelado ($p < 0.001$), lo que no ocurre en el caso de las mujeres, puesto que solo en 2 (simplificación y matematizar) de los 6 indicadores hay diferencias significativas a favor del postest ($p = 0.001$). Tales diferencias que fueron tan altas, les permitió obtener diferencias significativas en la habilidad de modelar ($p = 0.001$), esto es, en los otros indicadores, en promedio, progresaron, pero no fue suficiente. Las mujeres siguen manifestando debilidades en verificar y validar ($p = 0.283$), análisis y proyección del modelo ($p = 0.084$) y en comunicar y argumentar ($p = 0.057$).

En el caso del alumnado de 5to básico (tabla 8), solo en el caso de las niñas hay diferencias significativas a favor del postest ($p = 0.027$), pero en el indicador inferencia estadística informal no hay diferencias significativas ($p = 0.228$). En el caso de los niños no hay diferencias significativas en la habilidad de modelar ($p = 0.407$).

(2) Habilidad de representar

Respecto de esta habilidad en todos los indicadores y para los dos niveles, hay diferencias significativas a favor del postest donde tanto los varones como las mujeres progresaron significativamente ($p=0.001$). En especial en el indicador coordinación de registros donde tanto hombres como mujeres, de 1ero medio, presentaban grandes dificultades. Como se explicó este indicador es muy importante en la actividad matemática, en especial el tránsito por las diferentes representaciones. En el caso del alumnado de 5to básico, tanto las niñas como los niños obtienen diferencias altamente significativas a favor del postest ($p<0.001$). Es preciso recordar que en el pretest había sido uno de los indicadores más altos en este nivel de enseñanza, pero no sobrepasaba el 35% (tabla 2).

(3) Habilidad de comunicar y argumentar

En esta habilidad (tabla 7) los varones de primero medio han obtenido los más bajos resultados ($p=0.091$) puesto que solo en el indicador lenguaje matemático hay diferencias significativas a favor del postest ($p=0.007$). En el caso de las mujeres hay diferencias significativas favor del postest ($p=0.004$) en esta habilidad. Aunque estas diferencias se dan en 3 de los 5 indicadores, sucede que en los indicadores argumentación de los procesos y métodos ($p=0.746$) y explicitación de resultados ($p=0.187$) no hay diferencias significativas. Para el alumnado de 3ero medio se puede observar que los varones obtienen diferencias significativas ($p=0.001$) a favor del postest en todos los indicadores y para el caso de las mujeres de los 5 evaluados solo en 2 indicadores que corresponden a lenguaje matemático ($p=0.010$) y argumentación de los procesos y métodos ($p=0.006$) se presentan diferencias significativas a favor del postest, pero no es suficiente para obtener diferencias significativas en la habilidad ($p=0.078$). Por tanto, a nivel general, las mujeres de primero medio ($p=0.004$) y los varones de 3ero técnico ($p=0.001$) han obtenido diferencias significativas en esta habilidad.

En el caso del alumnado de 5to básico, se puede observar (tabla 8), que no se presentan diferencias significativas al final de la experiencia (niños: $p=0.901$ y niñas: $p=0.196$), siendo una de las mayores dificultades. Sin embargo, es necesario resaltar, a nivel puntual, que las niñas han obtenido diferencias altamente significativas en el indicador argumentación de los procesos y métodos ($p=0.001$).

7.1.3.2. Habilidades científicas

Respecto de las habilidades científicas (tabla 7) se puede observar que solo los varones de 3ro medio técnico profesional lograron diferencias significativas al final de la experiencia ($p=0.003$) puesto que las mujeres, aunque avanzaron, este no es significativo ($p=0.250$). En el caso de 1ero medio, no hay diferencias significativas ni en varones ($p=0.806$) ni en mujeres ($p=0.912$). A nivel puntual de cada indicador se puede observar que solo en los varones de 3ero medio técnico se observan diferencias altamente significativas a favor del postest para el indicador comunicar y argumentar ($p=0.001$), lo que les permite que se generen diferencias a nivel de la habilidad ($p=0.003$), pues en los otros indicadores no hay diferencias significativas. En el caso del alumnado

de 5to básico, hay diferencias altamente significativas en esta habilidad a favor del posttest y para cada uno de los indicadores tanto en los niños ($p < 0.001$) como en las niñas ($p < 0.001$).

7.1.3.3. Habilidades tecnológicas

Sobre las habilidades tecnológicas (Tabla 7) se muestra que para el caso de las mujeres de 1ero medio hay diferencias significativas ($p = 0.031$) y esto se debe a que en el indicador comunicar a través de objetos tecnológicos ($p = 0.007$) tuvieron un alto progreso respecto del pretest, pues en los otros indicadores no se presentan diferencias significativas. Es necesario resaltar que, en el caso de los hombres, a nivel puntual, se presentan diferencias significativas en la selección de medios tecnológicos ($p = 0.030$) y en la utilización de estos ($p = 0.049$), pero como no progresan en la comunicación a través de objetos tecnológicos ($p = 0.705$), no les permite que se establezcan diferencias a nivel global de la habilidad ($p = 0.148$).

Para los establecimientos técnicos tanto los varones ($p = 0.040$) como las mujeres ($p = 0.010$) presentan diferencias significativas en las habilidades tecnológicas. Sin embargo, a nivel puntual de cada indicador es necesario resaltar que tales diferencias se deben a que los varones obtienen diferencias significativas en los indicadores selección de medios tecnológicos ($p = 0.027$) y comunicación a través de medios tecnológicos ($p = 0.024$). En el caso de las mujeres, las diferencias se deben a que obtienen un progreso significativo en la selección de medios tecnológicos ($p = 0.001$), puesto que, aunque en los otros indicadores progresaron, tales diferencias no son significativas.

Tabla 7. Prueba t entre pretest y postest alumnado de secundaria

Habilidad	Categoría	Subcategoría	Científico Humanista								Técnico Profesional							
			Masculino				Femenino				Masculino				Femenino			
			Dif	Inf	Sup	P	Dif	Inf	Sup	P	Dif	Inf	Sup	P	Dif	Inf	Sup	P
Matemática			8.90	3.64	14.16	0.001*	11.11	6.48	15.74	<0.000*	18.09	10.45	25.73	<0.001*	12.17	5.03	19.31	0.002*
	Modelar		8.50	4.17	12.83	<0.001*	6.80	3.46	10.15	<0.000*	19.68	11.48	27.88	<0.001*	14.09	6.94	21.24	<0.001*
		Simplificación del problema real	9.67	3.66	15.67	0.002*	8.33	2.69	13.98	0.005*	25.00	11.92	38.08	<0.001*	31.90	19.36	44.44	<0.001*
		Matematización	13.67	7.21	20.12	<0.001*	11.23	6.04	16.42	<0.000*	21.93	11.35	32.51	<0.001*	18.59	8.66	28.53	0.001*
		Interpretación de la solución	7.67	2.01	13.32	0.009*	4.10	0.35	7.84	0.033*	18.20	8.08	28.33	0.001*	0.43	-8.58	9.44	0.923
		Verificar y validar	-9.00	-15.38	-2.62	0.007*	-4.66	-11.34	2.02	0.168	16.45	8.28	24.61	<0.001*	4.31	-3.75	12.37	0.283
		Análisis y proyección del modelo	6.33	2.73	9.93	0.001*	2.97	0.73	5.20	0.010*	13.16	5.55	20.76	0.001*	5.75	-0.82	12.31	0.084
		Comunicar y argumentar	4.50	-1.23	10.23	0.121	6.78	2.20	11.36	0.004*	17.43	10.38	24.49	<0.001*	8.62	-0.28	17.53	0.057
		Representar	12.70	6.40	19.00	<0.001*	17.12	11.37	22.87	<0.001*	18.38	8.88	27.87	<0.001*	16.03	6.55	25.52	0.002*
		Producciones discursivas	12.00	4.44	19.56	0.002*	17.37	10.14	24.61	<0.001*	23.68	14.14	33.23	<0.001*	17.24	4.26	30.23	0.011*
		Producciones no discursivas	18.50	11.50	25.50	<0.001*	20.34	13.77	26.91	<0.001*	13.82	0.76	26.87	0.039*	16.38	5.22	27.54	0.006*
		Sistemas de representación	10.00	2.40	17.60	0.011*	11.44	3.95	18.93	0.003*	15.13	2.97	27.30	0.016*	15.52	2.96	28.07	0.017*
		Coordinación de registros	11.00	0.94	21.06	0.033*	19.07	10.57	27.57	<0.001*	13.51	3.57	23.45	0.009*	13.79	4.09	23.50	0.007*
		Argumentar y comunicar	5.50	-0.92	11.92	0.091	9.41	3.11	15.71	0.004*	15.26	8.62	21.90	<0.001*	6.38	-0.77	13.53	0.078
		Lenguaje matemático	12.00	3.48	20.52	0.007*	12.71	5.72	19.70	0.001*	17.11	9.44	24.77	<0.001*	11.21	2.94	19.48	0.010*
		Argumentación de los procesos y métodos	-3.00	-9.03	3.03	0.322	1.27	-6.52	9.06	0.745	13.16	4.25	22.07	0.005*	16.38	5.22	27.54	0.006*
		Explicitación de resultados	2.00	-5.71	9.71	0.604	5.08	-2.55	12.72	0.187	10.53	2.97	18.08	0.008*	2.59	-5.59	10.76	0.522
		Articular y justificar sus propias ideas matemáticas	8.00	-0.66	16.66	0.070	14.83	5.22	24.44	0.003*	19.08	6.63	31.52	0.004*	6.90	-6.77	20.56	0.310
		Someter a prueba procesos y estrategias	8.50	-0.30	17.30	0.058	13.14	5.84	20.43	0.001*	16.45	5.59	27.30	0.004*	-5.17	-16.36	6.02	0.352
	Científica			-0.62	-5.70	4.45	0.806	-0.32	-6.81	6.17	0.922	15.30	5.64	24.95	0.003*	4.96	-3.69	13.61
	Iniciar procesos		-0.62	-5.70	4.45	0.806	-0.32	-6.81	6.17	0.922	15.30	5.64	24.95	0.003*	4.96	-3.69	13.61	0.250
	Formulación de preguntas	-1.00	-9.24	7.24	0.808	-2.12	-12.69	8.45	0.690	7.00	-10.25	24.25	0.410	-5.95	-24.96	13.06	0.521	
	Formulación de hipótesis	-3.00	-10.27	4.27	0.411	-4.24	-12.97	4.50	0.336	-3.00	-16.43	10.43	0.649	-8.33	-19.90	3.23	0.149	
	Comunicar y argumentar	0.75	-4.50	6.00	0.775	2.54	-2.65	7.74	0.331	15.46	7.11	23.81	0.001*	5.60	-0.70	11.90	0.079	
Tecnológica			-2.42	-5.74	0.89	0.148	4.44	0.43	8.44	0.031*	14.65	0.74	28.57	0.040*	14.18	3.63	24.74	0.011*
	Selección de medios tecnológicos		-3.33	-6.32	-0.35	0.030*	3.25	-0.72	7.22	0.107	22.29	2.89	41.69	0.027*	28.07	14.27	41.87	<0.001*
	Selecciona aplicaciones tecnológicas	-3.33	-6.32	-0.35	0.030*	3.25	-0.72	7.22	0.107	22.29	2.89	41.69	0.027*	28.07	14.27	41.87	<0.001*	
	Utiliza medios tecnológicos		-3.10	-6.19	-0.01	0.049*	1.44	-1.22	4.10	0.283	16.25	-3.78	36.28	0.106	8.33	-4.92	21.59	0.203
	Uso de aplicaciones tecnológicas	-3.10	-6.19	-0.01	0.049*	1.44	-1.22	4.10	0.283	16.25	-3.78	36.28	0.106	8.33	-4.92	21.59	0.203	
	Comunicar a través de objetos tecnológicos		-0.83	-5.23	3.56	0.705	8.62	2.43	14.80	0.007*	9.33	1.31	17.36	0.024*	3.17	-6.61	12.95	0.506
	Comunica la información objetos tecnológicos	-0.83	-5.23	3.56	0.705	8.62	2.43	14.80	0.007*	9.33	1.31	17.36	0.024*	3.17	-6.61	12.95	0.506	

Tabla 8. Prueba t entre pretest y postest alumnado de educación básica

Habilidad	Categoría	Subcategoría	Masculino				Femenino				
			Dif	Inf	Sup	P	Dif	Inf	Sup	P	
Matemática	Modelar		12.37	6.97	17.77	<0.001*	11.92	7.41	16.44	<0.001*	
			1.94	-2.72	6.60	0.407	6.32	0.74	11.90	0.027*	
		Inferencia estadística informal	-1.32	-7.88	5.25	0.690	4.57	-2.95	12.09	0.228	
		Matematización	4.61	-1.78	10.99	0.154	7.69	0.46	14.93	0.038*	
		Interpretación de la solución	1.32	-4.06	6.70	0.626	8.17	1.46	14.89	0.018*	
		Verificar y validar	2.85	-1.45	7.15	0.189	5.77	1.17	10.36	0.015*	
		Representar		34.15	25.64	42.66	<0.001*	25.36	16.95	33.77	<0.001*
			Producciones no discursivas	34.15	25.64	42.66	<0.001*	25.36	16.95	33.77	<0.001*
		Argumentar y comunicar		0.44	-6.62	7.50	0.901	4.09	-2.18	10.35	0.196
			Lenguaje matemático	-3.95	-11.34	3.45	0.289	-1.92	-10.06	6.21	0.637
Argumentación de los procesos y métodos	4.82		-2.74	12.39	0.207	10.10	4.37	15.82	0.001*		
Científica	Iniciar procesos investigativos		13.16	6.39	19.92	<0.001*	23.08	14.60	31.56	<0.001*	
			13.16	6.39	19.92	<0.000*	23.08	14.60	31.56	<0.001*	
		Formulación de preguntas	13.16	6.39	19.92	<0.001*	23.08	14.60	31.56	<0.001*	
		Formulación de hipótesis	13.16	6.39	19.92	<0.001*	23.08	14.60	31.56	<0.001*	

7.1.3.4. Síntesis de la caracterización de las habilidades y brecha de género

A modo de resumen describimos las principales debilidades en el trabajo de modelamiento tipo STEM respecto de la brecha de género y de las mayores debilidades y fortalezas que presenta el alumnado las que se resumen en la figura 1, donde se observa que al inicio de la experiencia en la mayoría de las habilidades y categorías los porcentajes de logro son muy bajos. Respecto de la brecha de género para las habilidades matemáticas, científicas y tecnológicas las que se pueden observar en la figura 9, en el caso de 1ero y 3ero, y en la figura 10, para 5to básico.

Habilidades matemáticas

(1) Habilidad de modelar: Se producen brechas significativas, en los estudiantes de establecimientos científicos humanistas y técnicos profesionales a favor de los varones, aunque son puntuales en el ciclo de modelación que corresponden: En el caso de 1ero medio en el indicador *interpretar la solución y análisis y proyección del modelo*, a pesar de que ha habido un progreso en el caso de las mujeres, se presentan diferencias significativas a favor de los varones ($p=0.021$ y $p=0.009$). En el caso del alumnado de 5to básico, no hay brechas de género en esta habilidad, aunque hay progreso en la habilidad de verificar y validar sigue siendo la más baja. (2) Habilidad de representar: No hay diferencias entre hombres y mujeres. En todos los grupos hay un progreso significativo. (3) Habilidad de comunicar y argumentar. Tanto los varones como mujeres presentan debilidades, a excepción de los varones de establecimientos técnicos que fueron los únicos que presentaron diferencias significativas en esta habilidad. En esta categoría hay diferencias significativas a favor de los varones en *someter a prueba procesos y estrategias* ($p=0.017$). En el caso del alumnado de 5to no hay brecha de género.

Habilidades científicas

(1) En las habilidades de formular preguntas e hipótesis existen las mismas debilidades entre varones y mujeres, tanto de 1ero medio como de 3ero medio. En el nivel de 5to básico hay diferencias de género significativas a favor de las niñas ($p=0.026$) tanto en la *formulación del problema* como en la *formulación de hipótesis*.

Habilidades tecnológicas

- (1) En la habilidad de *utilizar medios tecnológicos* en 1ero medio hay diferencias significativas a favor de las mujeres ($P=0.047$).
- (2) En el caso de los varones de 3ero medio en la habilidad *selección de medios tecnológicos* hay diferencias significativas a favor de los varones ($p=0.039$).
- (3) Para el alumnado de 5to básico no se ha podido observar, por lo es de preocupación puesto que los niños cuentan con la asignatura de tecnología, pero podemos conjeturar que su uso no está respondiendo la integración con las distintas disciplinas mediante el uso de software para las representaciones, planillas de cálculo, gráficos, entre otros elementos importantes de uso en la enseñanza.

Como resumen se puede caracterizar las habilidades mostrando las debilidades y fortalezas respecto de la brecha de género.

(1) En las habilidades matemáticas en procesos de modelado, aunque puntuales del ciclo de modelado, se producen brechas significativas a favor de los varones tanto en 1ero medio como en 3ero técnico en *interpretar la solución y análisis y proyección del modelo*, a pesar de que ha habido un progreso en el caso de las mujeres, se presentan diferencias significativas a favor de los varones.

(2) En la habilidad de comunicar y argumentar. Tanto los varones como mujeres presentan debilidades, a excepción de los varones de establecimientos técnicos que fueron los únicos que presentaron diferencias significativas a favor de los varones en *someter a prueba procesos y estrategias*.

(3) En las habilidades científicas, específicamente en formular preguntas e hipótesis existen las mismas debilidades entre varones y mujeres de 1ero medio y de 3ero medio. En el nivel de 5to básico hay diferencias de género significativas a favor de las niñas tanto en la *formulación del problema como en la formulación de hipótesis*.

(4) En las habilidades de *utilizar medios tecnológicos* en 1ero medio hay diferencias significativas a favor de las mujeres y En 3ero medio en la habilidad *selección de medios tecnológicos* hay diferencias significativas a favor de los varones. Para el alumnado de 5to básico no se ha podido observar, por la escasa variabilidad de los datos del pretest, por lo es de preocupación ya que los niños cuentan con la asignatura de tecnología, lo que nos permite conjeturar que su uso no está respondiendo a la integración con las distintas disciplinas mediante el uso de software para las representaciones, planillas de cálculo, gráficos, entre otros elementos importantes de uso en la enseñanza.

En la Figura 7 se presenta un diagrama que muestra las brechas de género en las habilidades matemáticas científicas y tecnológicas de los niveles de secundaria y en la Figura 8 el diagrama de las brechas para alumnado de educación básica, que permiten visualizar los resultados y análisis expuestos antes y al final de la experiencia integradora. El tamaño de la línea horizontal representa la brecha entre los hombres (cuadrado) y mujeres (triángulo). Cuando la brecha es significativa se representa con línea punteada.

Figura 7. Diagrama pretest y postest para las habilidades matemáticas, científicas y tecnológicas de establecimientos científicos humanistas y técnico-profesionales

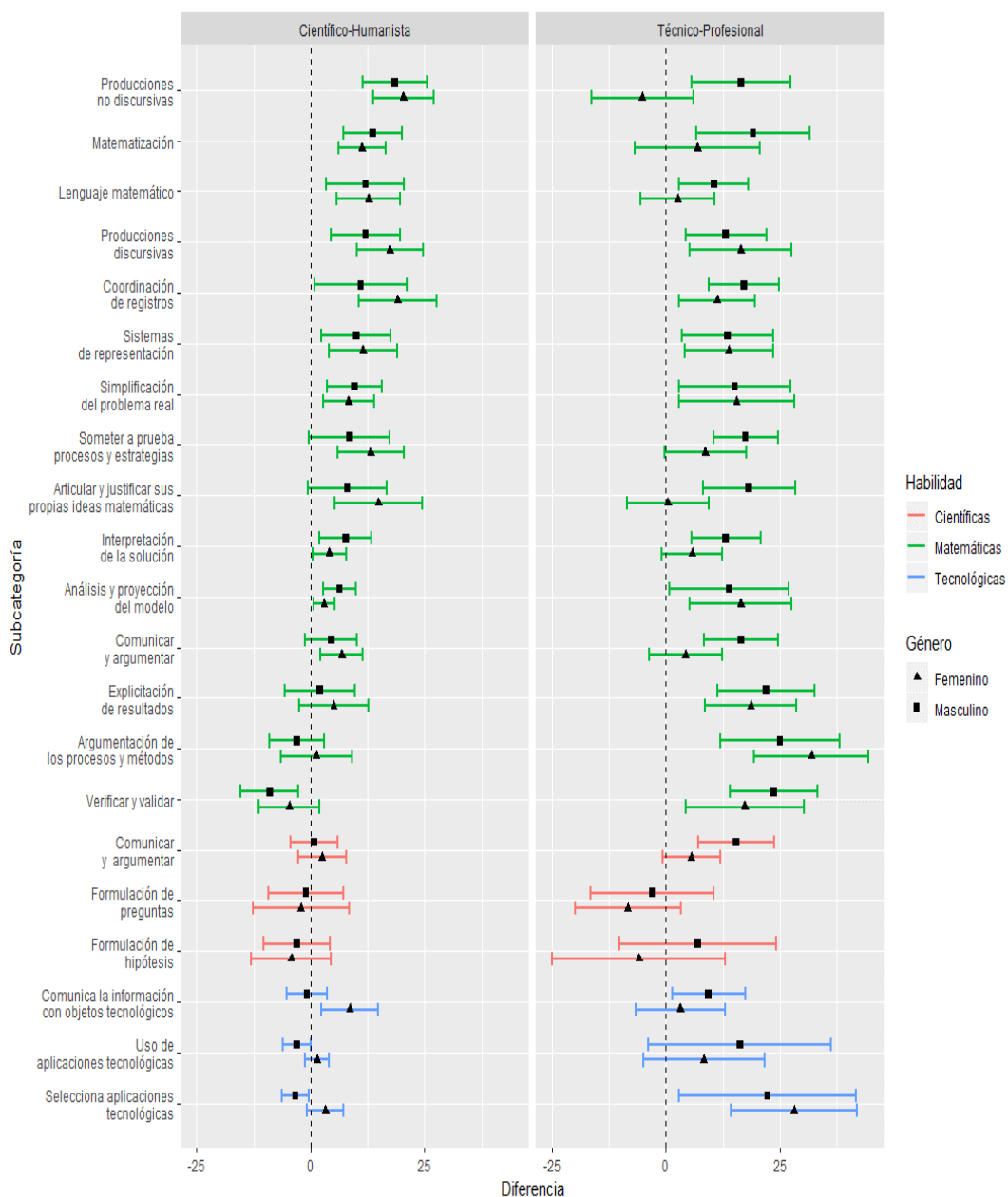
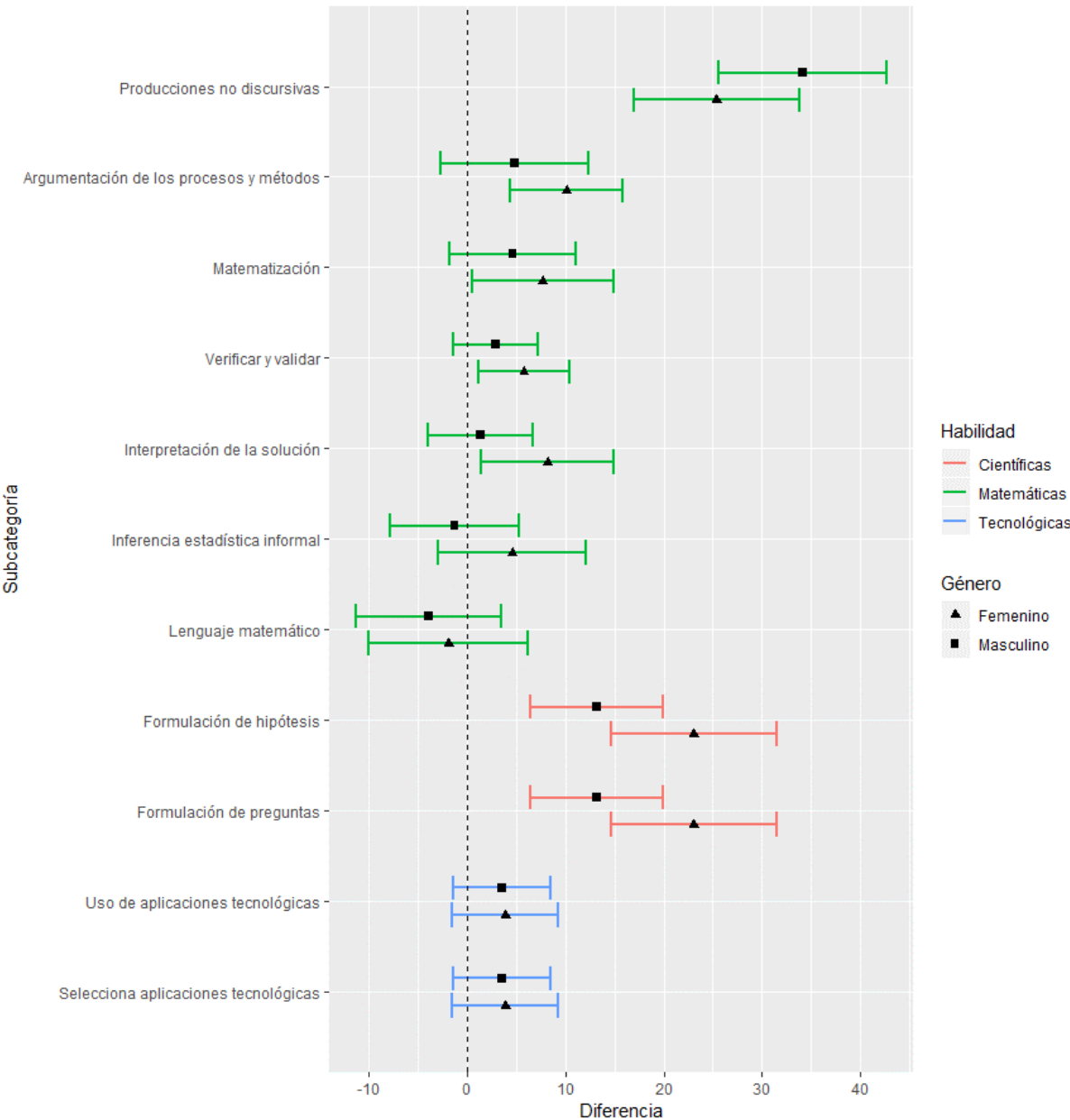


Figura 8. Diagrama pretest y postest para las habilidades matemáticas, científicas y tecnológicas de establecimientos de educación básica



7.1.4. Síntesis de la relación entre las habilidades matemáticas, científicas y tecnológicas

Esta sección tiene como objetivo visualizar las relaciones de las habilidades matemáticas, científicas y tecnológicas en un espacio inferior mediante la técnica de correlaciones (r) y componentes principales. Adicionalmente se realiza un modelado estadístico del porcentaje de logro obtenido en el postest explicado por los porcentajes de logros en el pretest y el género. Dicho modelo es obtenido mediante una máquina de soporte vectorial. En la Figura 9 se observa una representación de las habilidades matemáticas (verde), científicas (rojas) y tecnológicas (azul). Cuando las variables (representadas por puntos) son cercanas, significa que dichas variables presentan patrones similares y están relacionados entre sí.

En el pretest para los establecimientos científico-humanista se observa una alta correlación positiva entre las habilidades matemáticas y tecnológicas ($r=0,48$; ver Figura 9 y 10); esto significa que los estudiantes que obtienen altos porcentajes de logros en las habilidades matemáticas también tienen altos porcentajes de logros en las habilidades tecnológicas. En el caso de los establecimientos científicos humanistas, independiente del género y la evaluación (pre o postest) se observa una relación entre las habilidades matemáticas y tecnológicas.

La similitud entre las figuras correspondiente a los varones y mujeres son similares lo que refuerza los resultados obtenidos en las Tablas 9 y 10, que indica que no existen brechas significativas de género en este tipo de establecimientos. Por otra parte, la similitud entre las figuras de pre y postest puede deberse a que los efectos de la intervención tuvieron un impacto equitativo en cada una de las habilidades.

En el caso de los establecimientos técnico-profesionales se detecta un patrón interesante. En el caso de los varones, se tienden a relacionar más las habilidades matemáticas con las científicas dejando más desplazadas las habilidades tecnológicas. En el caso de las mujeres, las habilidades matemáticas tienen comportamientos similares (alta correlación) a las habilidades tecnológicas dejando más aisladas las habilidades científicas.

Finalmente, en el caso del sistema escolar básico se puede apreciar que no fue posible representar las habilidades tecnológicas debido a que, como se mencionó, no hubo variabilidad en sus respuestas (todas las respuestas fueron de 0%). Pese a lo anterior, se puede observar que en el pretest las habilidades matemáticas tienden a relacionarse en mayor medida con las habilidades científicas y alejándose de las tecnológicas en el caso de los hombres. Por otra parte, en el caso de las mujeres las 3 habilidades tienden a separarse entre sí, dando indicios de poca relación entre ellas. Para cuantificar lo mencionado anteriormente, la Figura 8 muestra las correlaciones del sistema escolar por género y tipo de prueba en una estructura similar a la Figura 9. En este caso, correlaciones más positivas tienden a ser representadas por un color azul más sólido. En el caso contrario, las correlaciones negativas se van representando por colores rojos más sólidos. Una correlación nula ($r = 0$) se representa por un color blanco. Pese a lo anterior, se ha incluido en cada casilla el valor de r correspondiente.

Figura 9. Proyección de componentes principales sobre un plano de los establecimientos del sistema escolar por género y tipo de prueba

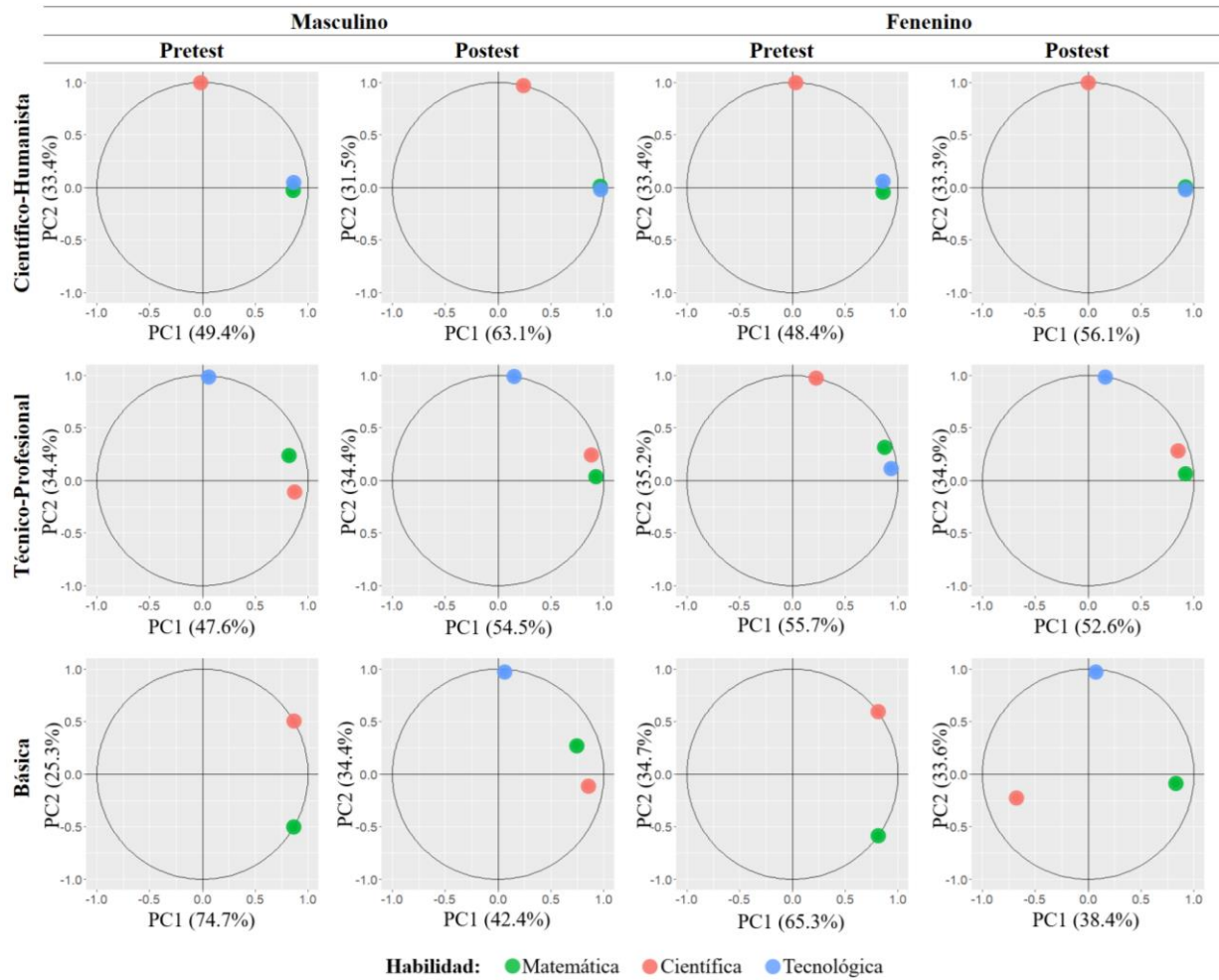
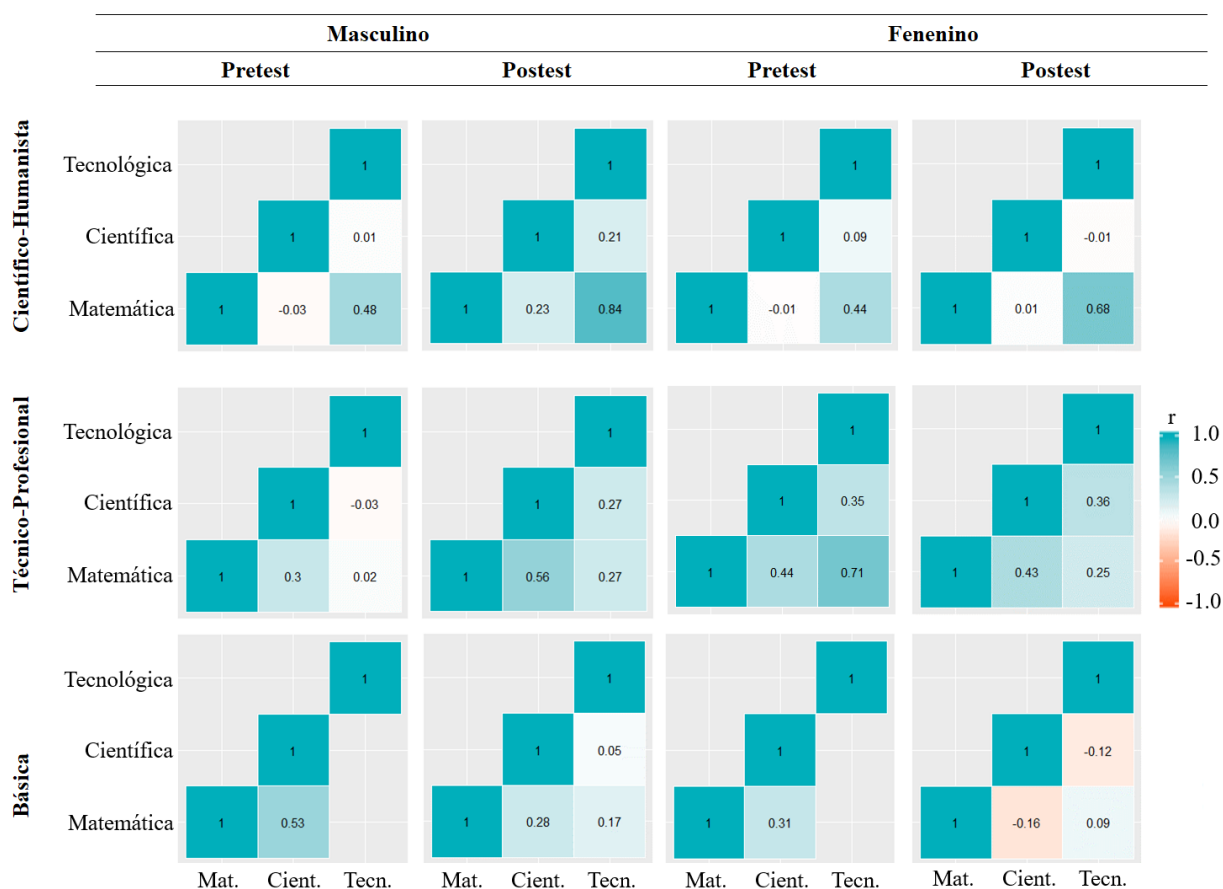


Figura 10. Gráfico de correlaciones del sistema escolar por género y tipo de prueba

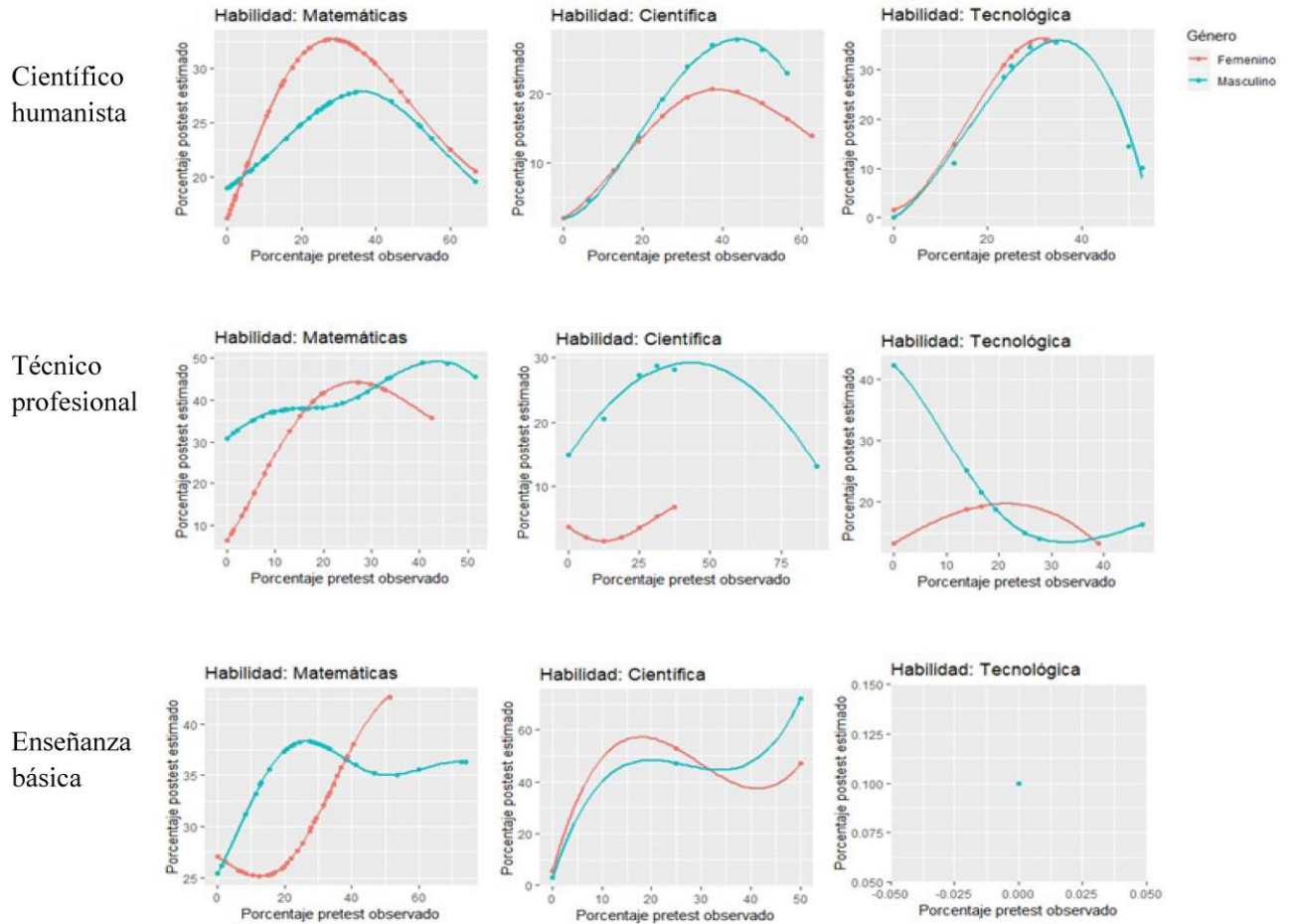


En la Figura 11 se presenta la relación entre el porcentaje de logro del postest en función del porcentaje de logro en el pretest, para cada una de las habilidades y sistemas educativos. Las mujeres de establecimientos científico-humanista tienen un porcentaje de logro máximo estimado, para el postest, en torno del 35% para las habilidades matemáticas, en cambio los varones llegan a un porcentaje del 27% aproximadamente. En las habilidades científicas los porcentajes de logros máximos estimados para el postest es del 30% para los varones y 20% para las mujeres. Para las habilidades tecnológicas, el comportamiento es similar entre hombres y mujeres, ambos grupos alcanzan un porcentaje de logro estimado en el postest del 35% aproximadamente.

Para el alumnado de establecimientos técnico-profesional, el porcentaje de logro máximo estimado en el postest (en la habilidad matemática) es en torno al 50% para los varones y del 45% para las mujeres. Para este mismo grupo no se observa un comportamiento lógico en las habilidades tecnológicas, donde en el caso de los hombres se aprecia una disminución del porcentaje de logro estimado. Para el alumnado de enseñanza básica el porcentaje de logro máximo en el postest, en las habilidades matemáticas, es del 37% para los varones y 45% para las mujeres. Para este grupo

las habilidades estimadas más altas se encuentran en las habilidades científicas y las habilidades menos logradas son las tecnológicas.

Figura 11. Máquina de soportes vectoriales



7.1.5. Resultados cuantitativos cuestionarios sobre género en las habilidades STEM

Para analizar las concepciones de género se utilizó el cuestionario diseñado para tal efecto que contenía tres categorías: datos demográficos, actitudes y habilidades hacia la matemática, práctica en el trabajo matemático en el aula y expectativas de futuro.

7.1.5.1. Datos demográficos

El cuestionario fue aplicado a 280 alumnos/as, del nivel de secundaria de los/as cuáles el 43% corresponde al alumnado de primero medio, un 26% a tercero medio técnico profesional y un 31% a educación básica. Del alumnado de 1ero medio un 45.7% corresponde a varones y un 55% a mujeres. De los establecimientos técnicos los varones representan un 52.5% y las mujeres un 47.3% a mujeres. Por último, de enseñanza básica hay un 54.7% de varones y un 45.3% de mujeres. Para el caso del alumnado de 5to básico, se aplicó a 86 estudiantes de los cuales 54.7% eran varones y el 54.7% eran mujeres. Las edades del alumnado fluctuaban entre 10 y 11 años en enseñanza básica y entre 13 a 19 años en educación media. En la tabla 9 se observa la distribución de varones y mujeres de la muestra que contestó el cuestionario.

Tabla 9. Porcentajes del Alumnado del sistema escolar que respondió el cuestionario

		Sistema escolar			Total
		Técnico profesional	Científico humanista	Enseñanza básica	
Género	Masculino	39	54	47	140
		52,7%	45,0%	54,7%	50,0%
	Femenino	35	66	39	140
		47,3%	55,0%	45,3%	50,0%
Total		74	120	86	280

7.1.5.2. Actitudes y habilidades hacia las disciplinas STEM (matemática, ciencia y tecnología)

(1) Grado de interés y habilidades

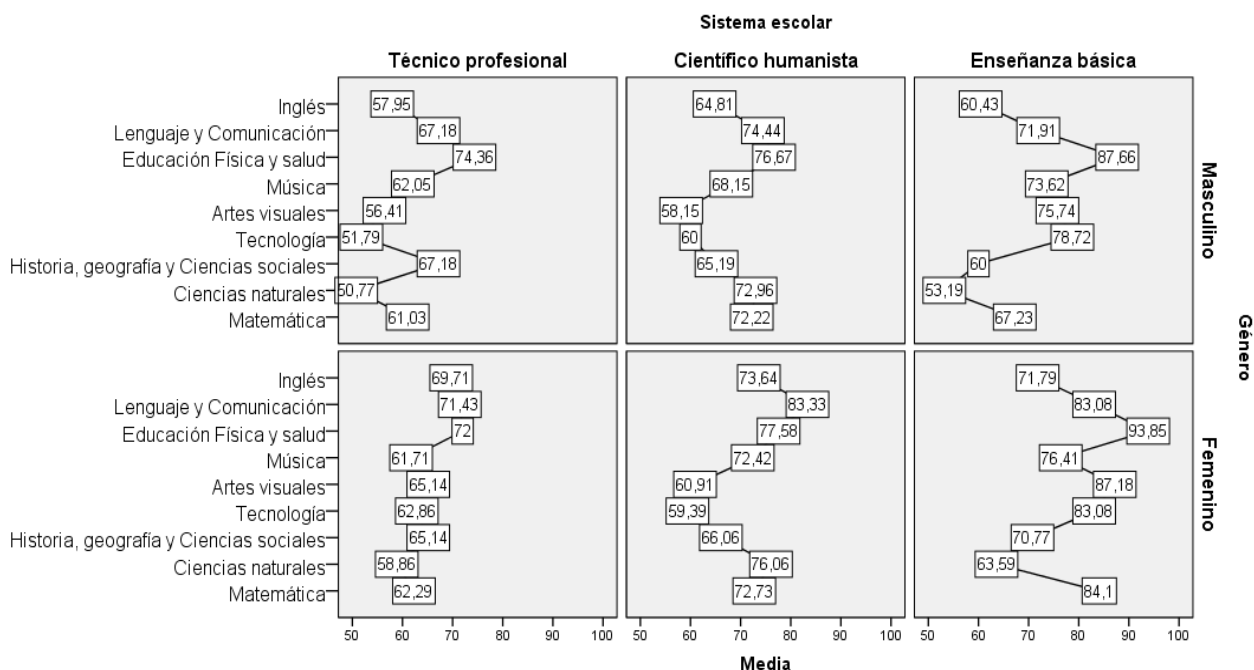
Referido al grado de interés que el alumnado de secundaria presenta respecto de la matemática, se observa en la Figura 12 que la asignatura que más les interesa es educación física en todos los niveles educativos sobrepasando el 70% de los encuestados. En el caso de interés de este estudio, podemos visualizar que, para el alumnado de 1ero medio, en la asignatura de matemática, tanto los varones (72.2%) como las mujeres (72.3%) sobrepasa el 70%. En el caso de los establecimientos

técnicos es más bajo dicho grado de interés, puesto que tanto los varones (61%) como las mujeres (63%) alcanzan el 63%. En el caso de la enseñanza básica las niñas (84%) son las que lideran con el grado de interés sobrepasando el 80%, en cambio los niños (67%) no sobrepasan el 70%. Sin embargo, la asignatura de matemática está dentro de las altas preferencias de los varones y mujeres en el sistema escolar, donde los más bajos son los establecimientos técnicos y el mayor de interés lo presentan las niñas de educación básica.

En el caso de las ciencias, en 1ro medio se encuentra dentro de las asignaturas de mayor interés tanto para los varones (73%) como para las mujeres (76%), siendo de los tres niveles analizados los que lideran la preferencia por las ciencias y con un alto grado. Sin embargo, en el alumnado de 3ero técnico profesional, tanto en los varones (50.8%) como en las mujeres (58.9%) es la asignatura que ocupa el menos grado de interés, de todas las asignaturas, lo que se repite en los niños (53.1%) y niñas (64%) de 5to de educación básica.

Sobre la asignatura de Tecnología, en 1ero medio los tanto los varones (59.4%) como las mujeres (63%) está dentro de las áreas de menos interés de las tres asignaturas. En el 3ero técnico profesional en los varones (51.8%) ocurre lo mismo y en las mujeres (62.3%) dentro del rango medio de interés. En cambio, en el alumnado de 5to básico está dentro de las áreas con grado de interés alto, tanto en los varones (78.7%) como en las mujeres (83.1%).

Figura 12. Grado de interés y habilidades hacia las disciplinas del sistema escolar



7.1.5.3. Prácticas en el trabajo matemático de aula

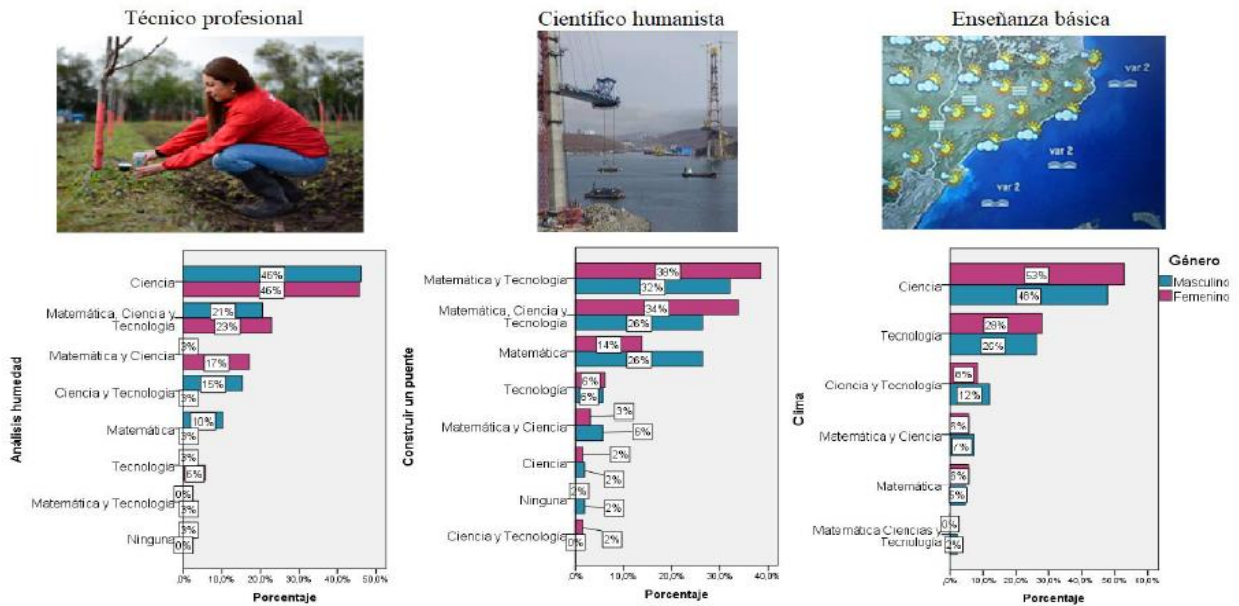
(1) Rol de la matemática, la ciencia y la tecnología

Para reconocer si en el trabajo práctico de aula han aplicado las disciplinas de manera integrada, se les han colocado imágenes en las cuales se apliquen juntas para reconocer en el contexto real la transferencia de sus aprendizajes (Figura 13).

En el caso de primero medio tanto los varones (34%) como las mujeres (26%) obtienen resultados similares respecto de la presencia de las 3 disciplinas en la imagen. Las mayores preferencias tanto de los varones (39%) como mujeres (32%) hacen referencia que en la construcción de un puente sólo están presentes la matemática y la tecnología. Los otros porcentajes se inclinan solo por la matemática no superando el 26% lo que permite conjeturar el escaso trabajo de integración en el nivel de 1ero medio. En el caso de 3ero técnico profesional se puede observar que tanto los hombres (21%) como mujeres (23%) piensan que están presentes las 3 áreas cuando se trabaja en el análisis y cultivo de las plantas. Los mayores porcentajes se obtienen en reconocer la presencia solo de las ciencias con 46% para ambos géneros. Llama la atención puesto que esta imagen estaba en el contexto de sus profesiones lo que se puede conjeturar la falta de integración de las disciplinas en los establecimientos técnicos.

Para el caso del alumnado de 5to básico, los resultados son similares al alumnado técnico profesional, tanto los niños (48%) como las niñas (46%) aluden la presencia de las ciencias en la imagen de meteorología. En segundo lugar, ambos géneros sostienen presencia de tecnología, siendo la matemática la que ocupa los más bajos porcentajes.

Figura 13. Imágenes de aplicación disciplinas STEM



(2) Estereotipos de género

Respecto de los grandes descubrimientos donde la mujer ha tenido roles protagónicos, se quiso indagar sobre este aspecto para saber la opinión de los varones y mujeres de secundaria y de los niños y niñas de educación básica. Para ello se les presentó la imagen de la Figura 14.

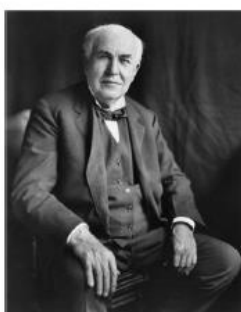
Figura 14. Imágenes del creador/a del mapa oceánico

En 1959 se creó el primer mapa oceánico. Hasta ese entonces la mayoría aún creía que el fondo del mar era plano y fangoso, pero el estudio reveló la presencia de montañas submarinas.

¿Cuál de las siguientes personas crees que hizo este descubrimiento? (Marca con una X una de las siguientes alternativas).



Marie Tharp



Thomas Edison



Inge Lehmann



Max Skladanowsky

¿Cómo tomaste la decisión para elegir a la persona que consideras que creó el primer mapa oceánico? Explica brevemente.

Los resultados que se observan en la Figura 15, dan cuenta que en el nivel técnico profesional tanto los varones (72%) como las mujeres (80%) afirman que tal descubrimiento lo realizó un hombre. Algo similar sucede para los técnicos profesionales, donde tanto los varones (63%) como las mujeres (83%) también afirman que fue un hombre. Esto lo reafirman los niños (86%) como las niñas (96%) de 5to básico. Los más bajos porcentajes se encuentran en seleccionar a una mujer, en todos los niveles educativos, lo que coloca de manifiesto el escaso conocimiento del trabajo científico de las mujeres y de su aporte a las ciencias en todas las épocas y todas las culturas.

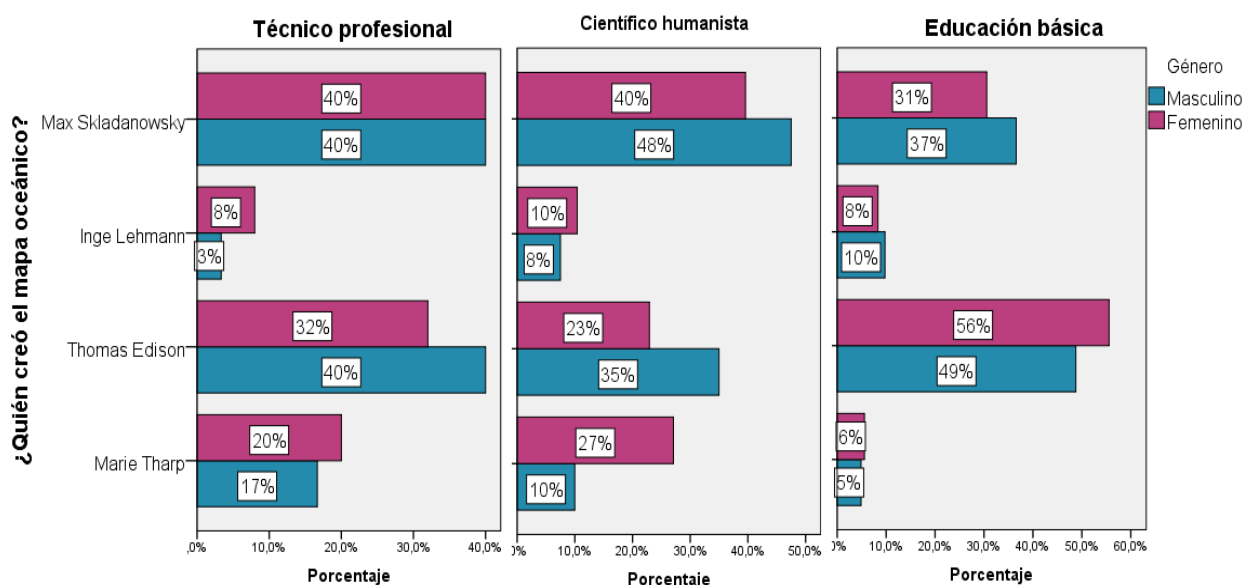
Dentro de las razones más frecuentes del alumnado de secundaria ha sido *“porque es más serio”*, otros plantean *“porque me pareció más inteligente”* y lo que llama la atención de un alumno de secundaria es *“Porque antes las mujeres solo estaban en las casas, no se metían en la ciencia”*.

Una alumna de secundaria que elige la respuesta correcta plantea: *“Porque las mujeres son capaces de hacer muchas cosas”* y otro alumno que también eligió la correcta plantea: *“Porque en sus tiempos surgieron mujeres muy inteligentes”*.

Un alumno de secundaria dice: “Porque Edison no fue, ya que él se relacionaba con avances tecnológicos y las mujeres de ahí me tincan que no son ya que en ese tiempo no se veían tantas científicas como ahora en esos tiempos las mujeres no tenían poder, así que las descarte y luego lo elegí al azar”.

Los niños y niñas de básica tienen dentro de sus argumentos algo más relacionado con la apariencia entre otras similares plantean: “porque me pareció viejo e inteligente”, “porque se ve muy inteligente”, “porque los que se visten mejor son personas que hacen cosas más importantes”, “porque se viste elegante” entre otras similares.

Figura 15. Porcentajes de respuestas sobre creador/a mapa oceánico



Trabajo matemático, científico y tecnológico en el aula

Al consultar sobre las áreas del conocimiento que aplican en las clases de matemática, se puede observar en la Tabla 10 que, los mayores porcentajes se concentran en la aplicación de temáticas de ciencias naturales y de educación tecnológica, aunque éstos no superan, tanto en los varones como en las mujeres, el 30% en 3ero medio, el 35% en 1ero y el 40% en 5to básico.

Cuando se les invita a que den ejemplos de cómo se usa la matemática, la ciencia y la tecnología en clases de matemática, de acuerdo con las respuestas que ellos/as seleccionaron, mencionan que:

“Según los problemas otorgados”; “Son problemas de vida diaria”; “Por ejemplo cuando en los problemas mencionan los temas”; “Cuando ocupamos medios tecnológicos para demostrar ejemplos, etc.”

También plantean: *“hay varios temas en las demás asignaturas en la que se aplica, matemática, para estimar o utiliza técnicas (como en el arte).”*

“Se puede aplicar en educación física para calcular calorías, metros recorridos, etc. “; “tecnología: algún proyecto que construir y medirlo, artes visuales: figuras en alguna pintura, historia: números romanos, etc.”

“Por los científicos que hacen las fórmulas”; “ya que a veces se requiere de algún dibujo”; “para tener conocimiento de quienes realizaron los descubrimientos.

“Para crear los domos.”

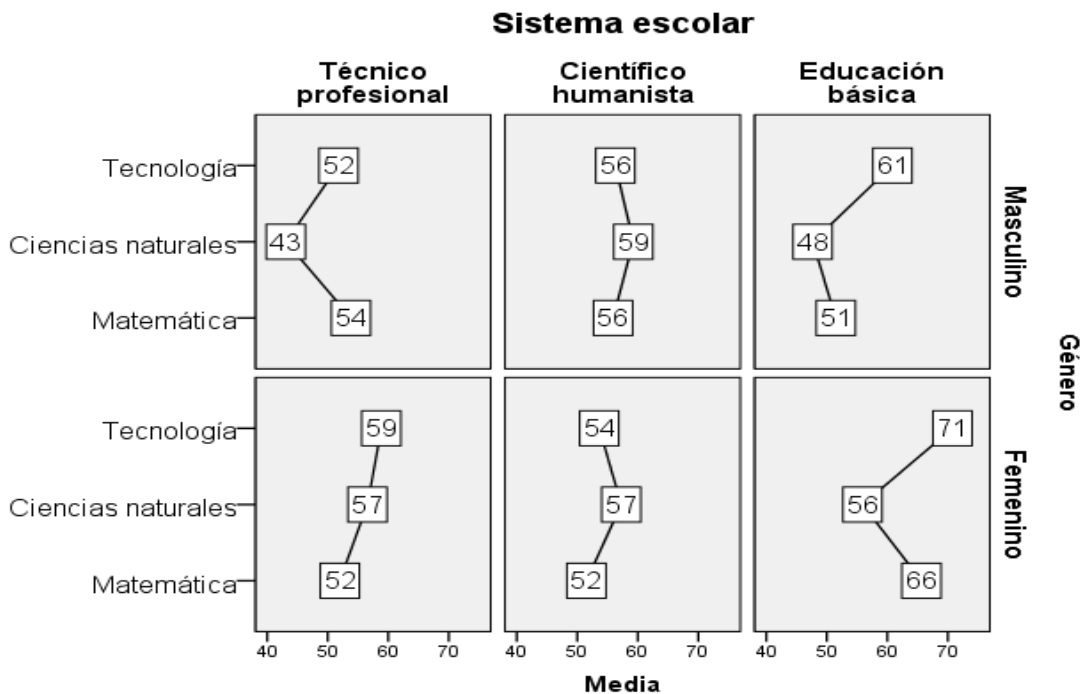
Tabla 10. Porcentajes de respuestas sobre la aplicación de la matemática

		Sistema escolar		
		Técnico profesional	Científico humanista	Educación básica
Masculino	Ciencias naturales	17,3%	32,9%	37,7%
	Educación Tecnológica	26,9%	34,2%	24,7%
	Artes visuales	23,1%	15,8%	15,6%
	Historia	23,1%	17,1%	14,3%
	Otra	9,6%	0,0%	7,8%
			Técnico profesional	Científico humanista
Femenino	Ciencias naturales	24,6%	32,4%	39,4%
	Educación Tecnológica	23,0%	26,5%	24,2%
	Artes visuales	16,4%	26,5%	18,2%
	Historia	21,3%	14,7%	10,6%
	Otra	14,8%	0,0%	7,6%

Sobre el nivel de participación en clases de matemática

En la Figura 16 se muestra el grado de interés del alumnado del sistema escolar respecto de su participación en clases de matemática. Se observa como el más bajo de las tres asignaturas para las mujeres de establecimientos técnicos y científico-humanista. La mayor participación la obtienen las mujeres de educación básica con un 66%. Los hombres son bastante similares, pero en los 3 niveles no superan el 56%. En el caso de ciencias, son los más bajos para los varones de 3ero técnico profesional y de educación básica. En el caso de los varones de 1ero medio alcanza un 59%, siendo el más alto de los 3 niveles. En tecnología son bastante similares entre 1ero y 3ero. Los que lideran en participación son los niños y niñas de educación básica.

Figura 16. Porcentajes de respuestas sobre el grado de participación en asignaturas M/C/T



7.1.5.4. Expectativas de future

Respecto de las expectativas que tienen diversos actores sobre el futuro del alumnado, podemos observar en la tabla 11 que tanto en varones como mujeres piensan que sus padres tienen expectativas bajas para el estudio de carreras como matemática, ciencia o tecnología puesto que no superan el 32%, donde los más bajos son las mujeres (24.5%) de establecimientos técnicos. En el caso de las expectativas que ellos/as piensan que tienen sus profesores/as, en ambos géneros en los tres niveles, se puede observar que son bastante similares no superando el 30%. Sin embargo, el más bajo lo obtienen los niños (20.8%) y niñas (21.4%) de 5to básico.

Por otro lado, se les preguntó sobre lo que ellos/as creen que piensan sus pares donde los más bajos porcentajes lo obtiene el alumnado de 3ero técnico donde los varones (15.7%) y las mujeres (16.3%) son similares. Algo parecido ocurre en 1ero medio donde tanto los varones (17.9%) como las mujeres (21.9%) no superan el 22% y en el caso de los niños y niñas de 5to, aunque son los más altos de los niveles educativos también no sobrepasan el 25%. En el caso de la percepción que ellos tienen de sí mismos, también los promedios de respuesta son bajos puesto que estos no superan el 33%.

Tabla 11. Porcentajes de respuestas sobre expectativas de futuro

	Sistema escolar					
	Técnico profesional		Científico humanista		Enseñanza básica	
	Masculino	Femenino	Masculino	Femenino	Masculino	Femenino
Mi familia espera que estudie una carrera científica, matemática o tecnológica	23,5%	24,5%	27,7%	26,6%	29,2%	27,2%
Mis profesores creen que podría estudiar alguna carrera de las ciencias, matemática o tecnológica.	29,4%	26,5%	24,1%	25,8%	20,8%	21,4%
Mis compañeros creen que seré un profesional del área de las ciencias, matemática o tecnología.	15,7%	16,3%	17,9%	21,9%	24,5%	24,3%
Creo que seré buen profesional en cualquier campo relacionado con las ciencias, matemática o tecnología.	31,4%	32,7%	30,4%	25,8%	25,5%	27,2%

7.1.5.5. Síntesis del cuestionario

Los resultados y análisis, sobre las percepciones del alumnado, colocan en evidencia el escaso interés que existe en las asignaturas de ciencias, siendo la de más baja valoración seguida por matemática y tecnología, en los dos niveles del sistema educativo, coincidiendo con Sjoberg y Schreiner (2008) en el sentido que esta falta de interés afecta la elección por carreras científicas en particular las jóvenes. La excepción la obtiene el alumnado de 5to básico, pero solo en la asignatura de matemática, donde las niñas tienen el más alto interés. La poca importancia del alumnado de secundaria coincide con la extensa investigación que se ha realizado respecto de las ciencias y tecnología, puesto que los estudios sobre las actitudes y rendimiento en estas asignaturas, tanto en varones como en las mujeres, va decreciendo con los años con una disposición negativa hacia ella (Osborne, Simon & Collins, 2003; Aikenhead, 2003; Gibson y Chase, 2002; citado en Vásquez y Manasero, 2008; Vásquez y Manasero, 2017). En el caso del estudio, se evidencia que los niños y niñas de 5to básico colocan a la ciencia con la de más baja valoración, lo que significa que ya desde los 10 años, tanto los niños como las niñas, empiezan a perder el interés por la ciencia, aunque los estudios han mostrado que se da con mayor frecuencia en la educación secundaria (Murphy y Beggs, 2003) e incluso al final de la primaria (6to básico en otros países). También los autores manifiestan que en el caso de secundaria se evidencia la fragmentación de materias de ciencia lo que estaría influyendo negativamente sobre la percepción a lo largo de la formación en secundaria. En el caso de matemática, se explica que el poco interés se debe a la motivación y valoración que el alumnado tiene por estas asignaturas (Matsumoto y Sanders, 1988).

Sobre el trabajo matemático de aula, donde se observa la escasa vinculación que el alumnado le atribuye con otras áreas del conocimiento, coloca en evidencia la posible fragmentación que existe entre las disciplinas lo que influye negativamente en dicha percepción (Speering y Rennie 1996, citado en Vásquez y Manassero, 2008).

Referido a la utilidad de la matemática y sus aplicaciones, los resultados muestran que el alumnado solo reconoce su uso en cálculos, o en aplicaciones donde se dice que hay matemática, pero no así en la relación con otras áreas del conocimiento. Lo anterior sería coincidente con las investigaciones que muestran otros factores que podrían estar afectando el decrecimiento actitudinal por estas asignaturas, como es el caso de la falta de trabajos prácticos que las vinculen aludiendo también “la excesiva orientación para preparar los exámenes en las clases” (Murphy & Beggs, 2003, citado en Vásquez y Manassero, 2008, p. s/n). Podríamos conjeturar, que en el caso de estos/as alumnos/as, el tiempo excesivo dedicado a preparar el SIMCE o la PSU, por lo que se tendría que colocar atención a estos dos factores. Por lo tanto, tal como lo señala Aravena (2001) y Gómez (2002), que el problema existente está referido a articulación, debido a que los temas de enseñanza se encuentran desconectados del mundo real y de las ciencias, provocando en los/as estudiantes la falta de comprensión sobre la utilidad que tienen las matemáticas en su formación, en particular en un mundo cada vez más matematizado.

Sobre estereotipos de género en el ámbito de la matemática, ciencias y tecnología, los resultados muestran una baja valoración por reconocer a las mujeres en la actividad matemática, científica y tecnológica, donde tanto varones como mujeres muestran una clara tendencia y preferencia por atribuir la creación o inversión de inventos científicos las autorías de hombres. No solo se observa estereotipos de género cuando se les pregunta sobre ciertos creadores/as, entre las razones más frecuentes en sus discursos plantean que “antes había pocas mujeres científicas”, “estaban más dedicadas a la casa”. En los niños y niñas también se presentan estereotipos de género, pero sus razones están más centradas en estereotipos sociales explicando dentro de sus razones de elegir a un hombre como el descubridor de una tecnología que ha sido porque estaba bien vestido, y si se viste bien ellos y ellas piensan que son personas importantes.

Por otro parte, al realizar comparaciones de resultados entre hombres y mujeres respecto a las distintas situaciones consultadas, el estudiantado no presenta diferencias de género en relación con el interés a las áreas del conocimiento en cuestión salvo, en el ámbito de rendimiento escolar en matemáticas. Lo anterior demuestra que las mujeres obtienen mejores calificaciones que los hombres al igual que en la valoración hacia las metamatemáticas donde también la mujer presenta mayor valoración hacia la asignatura que los hombres, pero, no así en las otras asignaturas como ciencia naturales y tecnología donde su valoración y rendimiento escolar son similares.

7.1.6. Resultados focus group alumnado de educación media

Se presentan los resultados de los dos focus group, implementado en el sistema escolar de 1ero medio y 5to básico, considerando las dimensiones que se exponen en cada análisis con la intención de conocer las opiniones de los/as alumnos/as sobre los roles de género en el aprendizaje de las matemáticas, las actitudes y habilidades hacia las matemáticas. Para ello se fue categorizando según las dimensiones planteadas en el guion.

7.1.6.1. Resultados focus group alumnado de educación media

Se presenta a continuación el Focus Group se realizaron a un grupo de alumnos/as de 1ero medio.

Concepción y roles de género en Matemática

En esta categoría se han considerado las subcategorías de nivel de participación en clases y nivel de participación según género. Respecto del nivel de participación en clases, en términos generales es bajo tanto para hombres como para mujeres; no obstante, se presentan diferencias a favor de las mujeres en casi todas las materias. Es curioso que este reconocimiento venga de parte de las mujeres, vale decir, ellas autoperciben que participan de las clases mucho más que los varones. Algunas de las estudiantes expresan:

“Yo creo que en todas las materias las mujeres participamos más...” (P9M), “La mayoría de las veces veo más participación de nosotras las mujeres...” (P8M), “Yo creo que las que más participamos son las mujeres...” (P7M). “Yo creo que las mujeres son las que más participan...” (P7M).

De cualquier manera, la opinión de los varones solo viene a ratificar estas aseveraciones, por ejemplo, cuando expresan *“Mis compañeras son bastante participativas en el curso...” (P4H).*

Desde el punto de vista teórico, estos resultados constituyen novedad, ya que la mayoría de los trabajos que hemos revisado han constatado que los niños dominan las discusiones públicas en el aula, debido a que responden con mayor frecuencia las preguntas de los docentes que las niñas (Espinoza y Taut, 2016); en el caso de nuestro estudio, son las mujeres quienes tienen una mayor participación, que es reconocida por ellas mismas y sus compañeros.

En un análisis más específico se consideró las subcategorías: a) rendimiento en matemática según género y b) rendimiento de otras asignaturas según género. En este contexto, se les preguntó si los hombres obtenían mejores calificaciones que las mujeres. La mayoría de los/as participantes señaló que en general tenían un rendimiento equilibrado, sin diferenciación por género. Complementan sus respuestas argumentando que hombres y mujeres poseen las mismas habilidades y capacidades. Al respecto señalan:

“Yo creo que no tienen nada que ver...porque ambos tenemos las mismas capacidades” (P9M), “Yo creo que...todos podemos tener buenas notas.” (P6H), “...yo también opino que el género de un estudiante no influye nada en las notas” (P5M), “...hay un equilibrio en lo que es mujer hombre... el género no tiene nada que ver” (P4H).

Como se puede observar, no se otorgan diferencias en el rendimiento asociadas a la variable género, lo que no se condice con estudios previos, por ejemplo, el Tiedemann (2002) que indica que habitualmente se atribuye el logro en matemática en mayor medida a la habilidad, en el caso de los hombres, y en mayor medida al esfuerzo, en el caso de las mujeres. Además, reportaron que los alumnos tienen mayores habilidades y actitudes más positivas hacia matemática que las alumnas; sin embargo, en nuestro caso, los estudiantes señalan que la variable género no determina los resultados académicos. Los argumentos que proporcionan para explicar estos resultados están en función del principio de igualdad de género.

Como es propio de los estudios cualitativos, los datos generaron nuevas subcategorías que en nuestro caso fueron a) trato igualitario del profesor y b) influencia de género en el aprendizaje. Cabe mencionar que la mayoría de los estudiantes, sean hombres o mujeres, sienten que el/la profesor/a tiene un buen trato con ellos, no diferenciando esta relación por género. Es interesante hacer notar que la mayoría de los/as estudiantes expresa nunca haber escuchado durante su escolaridad que los hombres fueran superiores a las mujeres, afirmando al mismo tiempo que esa idea resulta ancestral y no se ajusta a los nuevos tiempos. Una de ellas señala:

“Yo nunca he escuchado esa afirmación, pero igual pienso que si alguien la dijo alguna vez quizás fue mirando al pasado, pero no tiene nada que ver con la realidad” (P5M).

Esta situación cambia cuando se sitúan en el contexto universitario, donde si existen elementos de contexto que justifican este tipo de aseveraciones, por ejemplo, una estudiante señala, *“solamente escuche algo parecido... eso los hombres destacan más en ingeniería y en esas carreras de matemáticas, pero tampoco encuentro que tengan la razón” (P7M).*

Si nos remitimos a las estadísticas nacionales en materia de acceso a la educación superior, es posible constatar, que las matrículas para algunas carreras son principalmente masculinizadas como las ingenierías; así como las pedagogías básicas suelen ser mayoritariamente para mujeres.

La última subcategoría que se consideró en esta categoría es característica del buen rendimiento en matemática, la mayoría de los/as estudiantes hizo referencia a que en general los hombres que tienen buenas calificaciones son esforzados y dedican mucho tiempo al estudio, lo expresan así:

“...yo siento que esfuerzan para hacer eso, o sea se dedican para estudiar, dedican el tiempo para aprender...” (P10H), “son aplicados con las materias y les gusta aprender, yo creo que también tiene que ver lo que quieren ser más adelante” (P6H).

Estas reflexiones son importantes en la medida que atribuyen el éxito escolar a cualidades que no están determinadas por el género. Desde esta perspectiva, hombres y mujeres estarían en condiciones de igualdad para enfrentar el aprendizaje de las matemáticas.

Género y propósito del aprendizaje de la matemática

En esta categoría se han considerado la subcategoría “aplicación de las matemáticas”, donde los participantes comentan la importancia que le atribuyen al aprendizaje de la matemática.

Los resultados muestran que los estudiantes son capaces de relacionar la matemática con las ciencias, tecnologías, ingeniería, en situaciones de la vida cotidiana. En efecto, ejemplifican diversos avances que existen en la actualidad en diferentes áreas y que son resultado de esta interacción de disciplinas. Los estudiantes señalan:

“Le atribuyó la verdad a todo, porque las matemáticas, es todo lo que nos rodea y siento que uno al aprender matemática, a la vez aprende muchas cosas.” (P10H), “Es para aprender del mundo que nos rodea.” (P9M), “Siento que la matemática tiene la solución a todos los problemas” (P8M).

Como se puede ver, los discursos de los estudiantes dejan en evidencia el predominio de una concepción de aprendizaje de las matemáticas asociada a la resolución de problemas en la vida cotidiana. En esta dirección, Godino, Batanero & Font (2003) señalan que los/as alumnos/as deben ser capaces de descifrar, valorar y argumentar de una manera crítica la información que les llega en situaciones de la vida cotidiana (medios de comunicación o prensa, entre otros) además de dotarles de la capacidad de discusión o comunicación de información relacionada con contenido matemático, así como prepararles para la resolución de problemas matemáticos en distintos contextos reales (mapas, horarios de medios de transporte o gráficos, entre otros).

Además, en esta categoría se considera la subcategoría “conceptos de dificultad de las matemáticas”, en donde, los/as estudiantes poseen opiniones divididas a la hora de valorar la dificultad para aprender estos contenidos. Justifican las dificultades de aprendizaje en virtud de los intereses de los/as estudiantes, así como del esfuerzo que ponen en una tarea. Los discursos expresan:

“...depende del nivel de la matemática, si es difícil porque cada vez se va complicando más porque hay más formulas y todo eso, entonces si lo he escuchado de mis profesores de mi familia y yo mismo les digo a mi familia, por lo mismo porque es difícil.” (P1H), “Yo creo que depende de las personas, porque a mí se me hacen difícil por falta de motivación” (P9M).

Como se puede observar, la matemática es una disciplina compleja para los/as estudiantes, sin embargo, no presentan indicios o elementos de juicio para dicha aseveración, pensamos que es necesario detenerse en este aspecto, ya que en muchas ocasiones se trata simplemente de ideas “cosificadas” que son transmitidas de generación en generación y llegan a determinar el éxito o fracaso escolar. Nos parece interesante indagar en futuros estudios, en la variable motivacional del aprendizaje de las matemáticas, tal como lo expresa la última estudiante, su dificultad no está en la condición de género sino en la motivación.

La última subcategoría que fue considerada es “talentos en matemática según género”, que surgió cuando le preguntaron al grupo de estudiantes que opinaba de la frase: “A los hombres les va bien en clases de matemática porque son talentosos y a las mujeres porque se esfuerzan”. Los/as estudiantes señalan no conocer la frase y estar en completo desacuerdo con ella. Los discursos van en la siguiente dirección:

“Yo esa frase nunca la he escuchado y siento que está totalmente incorrecto, porque bueno siempre decimos todos tenemos las mismas capacidades, no por ser hombre o mujer

tenemos que ser distintos.” (P10H); “Que no influye el género, cualquiera puede aprender de la misma forma si se lo propone” (P7M).

Actitud hacia las matemáticas y áreas relacionadas

En esta categoría se consideró la siguiente subcategoría “actitudes y habilidades para las matemáticas”, donde los/as estudiantes que participaron, indican que las cualidades que son necesarias para enfrentar de mejor forma la asignatura de matemáticas, son: memoria, rapidez mental, astucia, que es importante estar concentrados y tener imaginación. Las opiniones indican:

“...yo considero que primero hay que tener buena memoria.” (P1H), “...memoria y aplicación.” (P2H) “creo que las habilidades que se necesitan para matemáticas son la astucia y la eficiencia.” (P4H). “Yo pienso que hay que ser muy perseverante y prestar atención y estar siempre atento.” (P5M), “la imaginación también.” (P6H)

En tanto una subcategoría que se conecta a las actitudes y habilidades para las matemáticas, son “género en el desarrollo de las habilidades”, debido a que bajo la misma idea se planteó si los estudiantes habían escuchado la frase “los hombres tienen más habilidades que las mujeres para estudiar matemáticas, ingenierías o tecnologías”, en donde una estudiante indico:

[52:00, 54:15] *“yo he escuchado en estos mismos debates o cosas así, que no dicen como a modo de afirmación, sino como una frase que han dicho como que los hombres tienen más capacidad para la ingeniería, matemáticas y tecnología y todo eso, pero la verdad que es por lo mismo de que viene de muchos años, que las mujeres no tenían antes la opción de estudiar y como los hombres si las tenían, se quedaron en eso y las mujeres en otros tipos de carreras.” (P7M).*

En general, los/as estudiantes logran tener una opinión generalizada, de no estar de acuerdo con esa frase y mostrando que no la han escuchado en su cotidianidad.

En esta categoría también se indago en los proyectos que tienen a futuro y el apoyo que les brindan sus familias con respecto a ello, surgiendo dos subcategorías proyección en el ámbito de la matemática y apoyo en la continuidad de estudio. Se les pregunto a los/as estudiantes si les gustaría seguir estudios superiores en una carrera relacionada con matemática y si sus familias los apoyarían. En sus respuestas se pudo identificar que algunos/as tienen interés en seguir estudios relacionados con matemática y los/as que no les gusta la matemática, estudios centrados en el área humanista como en arte o lenguaje, los/as que estaban más seguros/as de su elección se refirieron a piloto de vuelo, medicina, ingeniería. Lo que se logra destacar que su elección tiene que ver mucho con el apoyo de sus padres o la motivación que le den sus familias, profesores/as y amigos/as, por ejemplo, una estudiante desea estudiar pedagogía en matemática y explico lo siguiente:

[55:12, 55:30] *“A mí me gusta mucho la matemática, de hecho, ya tengo pensado la carrera que voy a estudiar y es pedagogía en matemáticas. Porque siempre admiraba a los profesores de matemática por el contenido, es como lo que me apasiona lo que me llena, lo que me gusta...”* [58:40, 59: 08] *...yo estoy segura de que mi familia me apoyaría, los profesores, porque yo de hecho vengo de mi colegio anterior y mi profesor de matemáticas aun me sigue apoyando...”* (P8M).

Se logra un apoyo generalizado por parte de los padres y la familia con respecto a las carreras que podrían estudiar, sin discriminar el que sea varón o mujer. Solo en unos casos particulares el estudiante se ve condicionado por la familia, pero no con presión, sino que los ven a futuro siendo médicos como un sueño de familia:

[57:25, 58:40] *“Mis papás me apoyarían, pero mi mamá quiere que me vaya a la medicina eso sí.”* (P2H), *“Yo estoy segura de que me ayudarían porque su sueño es verme como una médica, o algo que tenga relación con las matemáticas o ciencias, pero en el fondo no es lo que quiero.”* (P7M).

Con respecto a si el alumnado sentía que el profesor de matemática realizaba suficientes actividades, para lograr que todos y todas aprendan, surgió una nueva subcategoría que es el dinamismo de la clase, en donde la mayoría de los participantes mostró, que en las clases siempre es muy monótono y siempre es explicación, guía, refuerzo, prueba. En pocas ocasiones se muestran actividades diversas que motiven a los alumnos a ser partícipes de la clase:

[09:00, 14:04] *“...usualmente al pasar la materia siempre es lo mismo”* (P2H), *“siento que debería de ser más didácticas las clases...”* (P5M), *“Yo creo que no se hacen diferentes actividades...”* (P6H), *“No sé, lo que he visto que el profesor pasa la materia y la va explicando, va pasando guías para que resolvamos o explica la materia más fácil para que los demás entiendan”* (P1H).

Como se observa, los/as estudiantes identifican un mismo dispositivo didáctico a la hora de recibir sus clases. Se trata de una clase ritualizada que establece secuencias que no permiten una atención diferenciada. Nos parece que si ya es difícil que esta estructura de clase responda a las diferentes capacidades que poseen los/as estudiantes, mucho más difícil resulta ajustes que permitan “educar” en género y educación matemática. El punto crítico es entonces, que si los estudiantes no son formados en la diversidad (cualquiera sea), es difícil que posteriormente puedan trasladar estas formas de enseñanza al aula.

7.1.6.2. Alumnado de educación básica

Al igual que en el alumnado de secundaria, en este focus group se aplicaron las preguntas para conocer la opinión de los/as estudiantes respecto a tres dimensiones: 1) concepción y roles de género en matemática, 2) género y propósito del aprendizaje las matemáticas, y 3) actitud hacia las matemáticas y áreas relacionadas.

Concepción y roles de género en matemática

Respecto a esta dimensión el discurso de los/as estudiantes da cuenta que, en general, perciben el mismo nivel de participación en las clases de matemática sin distinción de género, manifestando un mediano nivel de participación. Esto queda en evidencia en intervenciones como estas, donde PH corresponde a participantes hombres y PM a participantes mujeres:

“PH1: más o menos, porque no hago algunas cosas y otras si... PM4: más o menos por las preguntas algunas son muy difíciles”.

Además, en cuanto al rendimiento matemático de varones y mujeres las opiniones están divididas, pues un número similar de participantes considera que los varones son mejores o que las mujeres son mejores, algunas evidencias en este ámbito se muestran a continuación:

“PH3: si, los hombres tienen mejores calificaciones que las mujeres... PM6: no, los hombres no tienen mejores calificaciones que las mujeres... PM2: porque los hombres son científicos y los profesores dicen que ellos son más inteligentes porque seguramente creen que hay más hombres que estudian matemática, lo que yo creo... PH1 al revés las mujeres tienen mejores calificaciones que los hombres”.

Por otra parte, en cuanto al trato o dedicación del profesorado hacia ellos, la totalidad de los participantes manifiesta que existe un trato igualitario en el aula, es decir, no se entregan mayores oportunidades por ser hombre o mujer, lo que se evidencia en intervenciones como estas:

“PM10: si, realiza actividades para que todos aprendamos... PM4: que la profesora cada vez va eligiendo a alguien diferente, o si no se repiten”.

Género y propósito del aprendizaje las matemáticas

Respecto a esta dimensión, se observa que los/as estudiantes, sin distinción de género, observan tres ámbitos de aplicación: campo, compras y construcción, lo que se puede apreciar en las siguientes intervenciones:

“PH1: porque lo que dijo ella, porque está en todos lados, hasta en el campo sirve la matemática... PM4: ehh cuando vamos a comprar necesitamos las matemáticas para calcular cuánto tenemos que pagar... PH2: por ejemplo, cuando uno sabe las medidas de los muebles para hacer muebles también, PM3: las matemáticas también sirven para construir casas, edificios”.

En cuanto a la dificultad de las matemáticas las opiniones son diversas entre varones y mujeres. Por ejemplo, frente a la pregunta qué piensas cuando escuchas la frase “las matemáticas son difíciles”, la mayoría de los/as estudiantes señala objetos matemáticos, como las evidencias que se muestran a continuación:

“PM4: pienso en la multiplicación... PH9: en la división... PM9: la fracción”.

O bien, señalan recursos, como los siguientes:

“PM7: se me viene una guía, Se escucha decir una prueba, PH2: la pizarra” .

Sin embargo, llama la atención la intervención de un estudiante, quien señala:

“PH3: pienso en mi mamá cuando era pequeña” .

Asimismo, solo dos participantes (mujeres) señalan que no son difíciles, declarando:

“PM3: mentira, que las matemáticas son más difíciles, si se puede lograr lo hace... PM5: si porque son más fáciles” .

Finalmente, en cuanto al talento en matemática de varones y mujeres, la mayoría de los/as participantes tienden a pensar que ambos pueden ser talentosos:

PM2: ¿o sea que las mujeres no tienen talento?, más o menos es verdad, que a veces puede ser, pero hay otras veces que no... PH1: ambos tienen talento.

Si bien, un menor número de participantes considera que los varones son más talentosos, llama la atención que quienes opinan estos son precisamente varones.

Actitud hacia las matemáticas y áreas relacionadas

Respecto a esta dimensión, se observa que la mayoría de los/as participantes considera que el ámbito de la tecnología e ingeniería son área en la que se desempeñan mejor los hombres, lo que se observa en intervenciones como las siguientes:

“PH2: si, los hombres tienen más habilidad para la tecnología... PM4: para tecnología tienen más habilidades los hombres... PM9: sí, estoy de acuerdo son mejor en ingeniería” .

Por otra parte, respecto a las proyecciones que tienen los/as estudiantes en el ámbito laboral, se observa que las mujeres se proyectan con más facilidad en algún tipo de carrera, tales como: contabilidad, administración de empresas, medicina, ciencia, ingeniería, educación parvularia. Los varones, en cambio, participan muy poco frente a la pregunta ¿qué te gustaría estudiar cuando termines el colegio? Donde solo dos participantes señalaron: carabinero y, otro, profesor de matemática.

7.1.6.3. Discusión de resultados y conclusiones

A partir de los resultados se puede evidenciar que, a diferencia de lo que señalan otros estudios, los/as participantes perciben que tienen igualdad de oportunidades en el trabajo realizado en las clases de matemáticas (SERNAM, 2009; Espinoza y Taut, 2016). Asimismo, los datos recolectados nos permiten determinar si hombres y mujeres se sienten con más o menos habilidades para las matemáticas, o bien, que perciban al sexo opuesto con más o menos habilidades.

Respecto a la dimensión género y propósito de las matemáticas, se observa que no existen distinciones de género a la hora de reconocer espacios de aplicación de la disciplina, tanto hombres

como mujeres observan tres espacios de aplicación: campo, compras y construcción, existiendo mayores intervenciones para la segunda (compras).

Respecto a la dimensión *actitud hacia las matemáticas y áreas relacionadas*, se observan datos más preocupantes, pues existe una tendencia, tanto de varones como de mujeres, a considerar que los varones se desempeñan mejor en el área de tecnología e ingeniería. Estos datos se pueden relacionar con aquellas investigaciones que manifiestan la preocupación por el bajo número de graduados que tiene Chile en carreras del ámbito tecnológico, panorama que es aún más complejo desde la perspectiva de género, pues en Chile cerca del 80% de los títulos otorgados en este ámbito disciplinar son para hombres (Fiszbein, Cosentino y Cumsille, 2016). De esta manera, se observa la necesidad, tal como señala Verdejo (2017), de abordar el sesgo de género desde temprana edad, visibilizando tanto a hombres y mujeres en distintos espacios de desarrollo.

7.2. Nivel 2. Sistema universitario. Futuros/as profesores/as

Presentamos los resultados cuantitativos del Nivel 2 correspondiente al sistema universitario, que ayudó a identificar las condiciones y restricciones requeridas de los/as futuros/as profesores/as de matemática de educación media y de Educación General Básica, para una integración apropiada en problemas tipo STEM. Para responder a ello, se realizó un pretest que ayudó a regular dichas habilidades y diseñar, junto a los investigadores, la secuencia-didáctica articulando las disciplinas matemáticas, ciencias y tecnología e implementarla en las aulas del sistema escolar dando respuesta al Objetivo 2. También se presenta la evolución de los/as futuros/as profesores/as mediante un postest, que permitió analizar el perfil de progreso en las habilidades declaradas en problemas tipo STEM. En segundo lugar, se presentan los resultados cualitativos de dos grupos que fue objeto de estudio de caso para describir la evolución en el diseño de la planificación, ejecución y análisis de la gestión de las clases y finalmente los focus group para extraer dificultades y que permitió dar respuesta al objetivo 4. Los dos grupos del sistema universitario irán presentando por separado en cada una de las habilidades, por razones explicadas en la metodología, ya que los/as futuros/as profesores/as de 5to básico solo se necesitaban 5 para participar del experimento.

7.2.1. Resultados cuantitativos por género de los/as futuros/as profesores/as de matemática que realizaron la intervención en el sistema escolar. Pretest-postest

En el presente apartado se presentan los resultados y análisis de pretest y postest de los/las futuros/as profesores/as que realizaron la intervención en el sistema escolar.

7.2.1.1. Profesores/as de enseñanza media

Para evaluar si las diferencias presentadas son significativas, se realizó una prueba t para muestras independientes en cada una de las habilidades, categorías, y subcategorías respectivas. En la Tabla 12 se presentan las brechas de género para las habilidades matemáticas, científicas, y tecnológicas de los futuros profesores de enseñanza media, donde se puede apreciar que no existen brechas de género significativas en el pretest de los futuros profesores del sistema escolar media. Sin embargo,

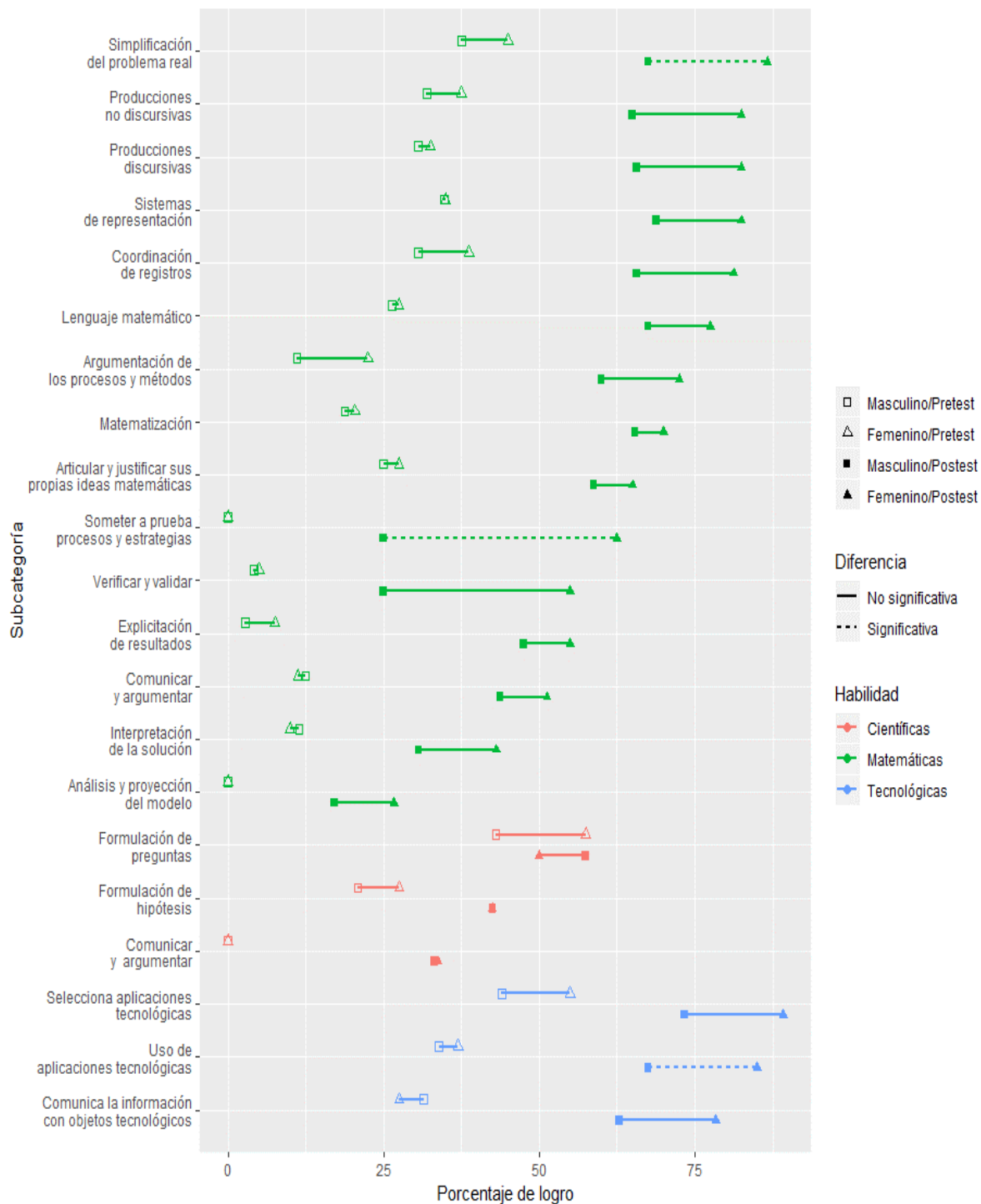
existen 3 subcategorías a las que no se les pudo realizar la prueba t debido a que no presentaban variabilidad en las respuestas (todas las respuestas fueron de 0% de logro en esta instancia). En el caso del postest, se pueden observar diferencias significativas de género a favor del género femenino en las subcategorías de simplificación del problema real, someter a pruebas procesos y estrategias (pertenecientes a habilidades matemáticas) y utiliza medios tecnológicos (perteneciente a habilidades tecnológica).

En general, sólo las habilidades tecnológicas presentan una brecha significativa en el postest donde los varones muestran un porcentaje de logro promedio de 16,25% por debajo de las mujeres. Los resultados obtenidos anteriormente pueden ser visualizados en la Figura 8. En este diagrama, se visualizan los porcentajes de logro promedio para el género masculino (cuadrados) y género femenino (triángulos), tanto para el pretest (figuras sin relleno) como para el postest (figuras rellenas). Además, el largo de cada línea horizontal, entre las figuras, representa el valor de la brecha de género en la correspondiente subcategoría. Adicionalmente, cuando la brecha de género es significativa esta es representada con una línea punteada, mientras que aquellas no significativas se representan con una línea continua.

Tabla 12. Brechas de género futuro/as profesores/as de matemática

Habilidad	Categoría	Subcategoría	Pretest				Postest			
			M	F	Dif	P	M	F	Dif	P
Matemática			13.7 (2.6)	16.8 (5.3)	-3.05	0.613	50.4 (5.4)	63.8 (7.0)	-13.42	0.146
	Modelar		15.0 (2.7)	16.3 (5.0)	-1.25	0.830	47.8 (4.9)	58.5 (6.1)	-10.75	0.183
		Simplificación del problema real	37.5 (4.9)	45 (7.8)	-7.50	0.427	67.5 (5.4)	86.7 (3.1)	-19.17	0.005*
		Matematización	18.8 (4.1)	20.4 (9.3)	-1.67	0.872	65.4 (5.6)	70.0 (5.2)	-4.58	0.554
		Interpretación de la solución	11.5 (3.3)	10.0 (6)	1.46	0.834	30.6 (6.7)	43.1 (10.6)	-12.50	0.335
		Verificar y validar	4.2 (3)	5.0 (5)	-0.83	0.888	25.0 (7.5)	55.0 (13.3)	-30.00	0.069
		Análisis y proyección del modelo	0.0 (0)	0.0 (0)	0.00	-	17.1 (5.3)	26.7 (11.2)	-9.58	0.451
		Comunicar y argumentar	12.5 (3.5)	11.2 (5.1)	1.25	0.842	43.8 (4.9)	51.2 (9.2)	-7.50	0.484
	Representar		31.5 (4.3)	35.8 (5.9)	-4.35	0.560	66.0 (6.2)	82.1 (7.4)	-16.04	0.111
		Producciones discursivas	30.6 (4.9)	32.5 (7.9)	-1.94	0.837	65.6 (6.1)	82.5 (7.5)	-16.88	0.097
		Producciones no discursivas	31.9 (3.9)	37.5 (5.6)	-5.56	0.427	65.0 (6.1)	82.5 (7.5)	-17.50	0.085
		Sistemas de representación	34.7 (4.1)	35.0 (5.5)	-0.28	0.968	68.8 (6.2)	82.5 (7.5)	-13.75	0.174
		Coordinación de registros	30.6 (5)	38.8 (7.1)	-8.19	0.356	65.6 (6.7)	81.2 (7.3)	-15.62	0.128
	Argumentar y comunicar		13.1 (2.6)	17.0 (5.6)	-3.94	0.533	58.8 (5.9)	66.5 (7.9)	-14.75	0.151
		Lenguaje matemático	26.4 (5.5)	27.5 (9.5)	-1.11	0.921	67.5 (6.6)	77.5 (6.9)	-10.00	0.305
		Argumentación de los procesos y métodos	11.1 (3.6)	22.5 (10.2)	-11.39	0.314	60.0 (4.9)	72.5 (4.5)	-12.50	0.072
		Explicitación de resultados	2.8 (2.8)	7.5 (5.3)	-4.72	0.446	47.5 (6)	55.0 (9)	-7.50	0.496
		Articular y justificar sus propias ideas matemáticas	25.0 (4)	27.5 (7.9)	-2.50	0.782	58.8 (7.3)	65.0 (10.7)	-6.25	0.635
		Someter a prueba procesos y estrategias	0.0 (0)	0.0 (0)	0.00	-	25.0 (9.2)	62.5 (12.5)	-37.50	0.026*
Científica			16.0 (3.0)	21.3 (4.9)	-5.28	0.367	41.6 (5.4)	40.0 (7.9)	1.56	0.872
	Iniciar procesos investigativos		16.0 (3.0)	21.3 (4.9)	-5.28	0.367	41.6 (5.4)	40.0 (7.9)	1.56	0.872
		Formulación de preguntas	43.1 (8)	57.5 (11.8)	-14.44	0.326	57.5 (6.8)	50.0 (9.9)	7.50	0.539
		Formulación de hipótesis	20.8 (5.4)	27.5 (9.5)	-6.67	0.551	42.5 (6.6)	42.5 (7.5)	0.00	1.000
		Comunicar y argumentar	0.0 (0)	0.0 (0)	0.00	-	33.1 (5.7)	33.8 (7.9)	-0.62	0.950
Tecnológica			36.5 (4.8)	39.8 (5.1)	-3.38	0.631	67.9 (4.9)	84.2 (4.8)	-16.25	0.026*
	Selección de medios tecnológicos		44.0 (6)	55.0 (6.5)	-11.02	0.226	73.3 (5.2)	89.2 (6)	-15.83	0.057
		Selecciona aplicaciones tecnológicas	44.0 (6)	55.0 (6.5)	-11.02	0.226	73.3 (5.2)	89.2 (6)	-15.83	0.057
	Utiliza medios tecnológicos		33.9 (5.4)	37.0 (5.3)	-3.11	0.685	67.5 (5.9)	85.0 (5.3)	-17.50	0.036*
		Uso de aplicaciones tecnológicas	33.9 (5.4)	37.0 (5.3)	-3.11	0.685	67.5 (5.9)	85.0 (5.3)	-17.50	0.036*
	Comunicar a través de objetos tecnológicos		31.5 (4.7)	27.5 (7.1)	3.98	0.647	62.9 (5.8)	78.3 (5.7)	-15.42	0.069
		Comunica la información con objetos tecnológicos	31.5 (4.7)	27.5 (7.1)	3.98	0.647	62.9 (5.8)	78.3 (5.7)	-15.42	0.069

Figura. 17. Brechas de género de los/as profesores/as de matemática



7.2.1.2. Futuros profesores de Educación General Básica

En el caso de las futuras profesoras de enseñanza básica, no fue posible realizar una comparación de género debido a que todas las participantes eran de género femenino. Por otra parte, tampoco fue posible realizar una comparación del pre y postest, debido a que sólo se registró el pretest. Sin embargo, la Tabla 13 muestra los porcentajes de logro promedio obtenidos por las futuras profesoras de enseñanza básica.

Tabla 13. Porcentajes de logros profesoras de educación básica

Habilidad	Categoría	Subcategoría	Diferencia	Habilidad	Categoría	Subcategoría	Diferencia
Matemática			12.0 (1.4)	Científica			21.7 (6.7)
	Modelar		5.9 (0.9)		Inicia procesos investigativos		21.7 (6.7)
		Simplificación del problema real	29.8 (3.7)			Formulación de propuesta de investigación	18.4 (8.7)
		Matematización	2.6 (0.8)			Interpretar datos	27.6 (7.4)
		Interpretación de la solución	0.7 (0.5)			Comunicar y argumentar	20.4 (6.6)
		Verificar y validar	4.6 (1.7)	Tecnológica			39.0 (2.3)
		Análisis y proyección del modelo	0.0 (0.0)		Selección de medios tecnológicos		42.8 (3.0)
		Comunicar y argumentar	3.3 (1.3)			Selecciona aplicaciones tecnológicas	42.8 (3.0)
	Representar		25.3 (2.3)		Utiliza medios tecnológicos		24.1 (2.8)
		Producciones discursivas	8.6 (2.5)			Uso de aplicaciones tecnológicas	24.1 (2.8)
		Producciones no discursivas	39.5 (3.5)		Comunicar a través de objetos tecnológicos		50.0 (2.8)
		Sistemas de representación	39.5 (3.5)			Comunica la información	50.0 (2.8)
		Coordinación de registros	27.9 (2.6)				
	Argumentar y Comunicar		4.7 (1.6)				
		Lenguaje matemático	7.9 (2.7)				
		Argumentación de procesos y métodos	5.3 (2.4)				
		Explicitación de resultados	0.0 (0.0)				
		Articular y justificar sus propias ideas matemáticas	10.5 (3.5)				
		Someter a prueba procesos y estrategias	0.0 (0.0)				

7.2.2. Restricciones y condiciones iniciales en la integración de las habilidades

A partir de los resultados del pretest hemos detectado las principales dificultades y obstáculos que presentan los/as futuros/as profesores/as de matemática y las profesoras de educación básica cuando se enfrenta a la resolución de problemas integradores STEM. En efecto en todas las habilidades, tanto los varones como las mujeres, que se están formando para profesor/a, evidencian bajos porcentajes de logro en todas las habilidades que se han evaluado, mostramos las principales dificultades que se han manifestado en el trabajo matemático, científico y tecnológico. En efecto, la formación de profesores/as debe estar enfocada al desarrollo de habilidades que son crecientemente valiosas para el siglo 21, pues son los futuros/as formadores/as de las nuevas generaciones.

En el caso de las habilidades matemáticas, podemos observar en la tabla 11 que tanto los varones (13.3%) como las mujeres (16.8%) en promedio presentan bajos niveles de logro. En particular en procesos de modelado, se ha podido observar que, en interpretar soluciones, verificar y validar y analizar y proyectar el modelo, ambos géneros, no superan el 12%. En simplificar el problema y matematizar, se da la misma tendencia que en el sistema escolar, aunque sus resultados no superan el 45% (varones: 37.5% y 18.8%; mujeres: 45% y 20.4%), han sido los más altos obtenidos. Lo anterior coloca en evidencia que el trabajo matemático ha estado centrado en los procesos iniciales, lo que no les permite avanzar en el ciclo de modelado, como son los indicadores de validación y verificación y análisis y proyección del modelo.

En este aspecto coincidimos con los estudios puesto que este grupo de futuros/as profesores/as, manifiesta debilidades similares en especial en las etapas del ciclo de modelado como es la Simplificación del Problema, no siempre se consideran las condiciones o restricciones iniciales (Ascencio, 2018); los procesos de matematización, (Aravena et. al, 2011), o la validación (Ascencio, 2018; Aravena, 2011). También Blum & Borromeo (2009) ha puesto en evidencia esta dificultad pues la considera preocupante ya en el alumnado de educación básica, lo que es más aún para los futuros/as profesores/as. Otra dificultad que se presenta en el alumnado universitario es el indicador análisis y proyección del modelo, puesto que se debe analizar las fortalezas y las debilidades y ver si es posible su generalización (Aravena, 2016). Este hecho, en la formación de profesores/as de matemática, causa real preocupación pues han cursado casi todas las asignaturas de matemática, campo natural para la generalización de situaciones ya sean de mundo propiamente matemático como de otros tipos de problemas.

En el caso de las futuras profesoras de básica ocurre algo similar, en las habilidades de representar y comunicar y argumentar. Sin embargo, es de alta preocupación e interés los bajos logros que presentan en procesos de modelamiento matemático, pues estos no superan el 6%, lo cual permite conjeturar el escaso trabajo matemático, con problemas contextualizados, en su formación, agregando además un problema anexo, pues se encuentra finalizada su formación.

Lo mismo ocurre con las habilidades científicas y tecnológicas, en ambas habilidades, los porcentajes de logro al inicio de la experiencia son bastante deficitarios, puesto que en el caso de profesores/as de matemática no superan el 21% y el 40% respectivamente, para ambas carreras. Aunque en el caso de las profesoras que intervinieron en 5to básico obtienen 7,2% en habilidades matemáticas y un 14.7% en las habilidades tecnológicas y debido al escaso conocimiento en las científicas no se pudo obtener un porcentaje promedio.

Estos bajos porcentajes podrían afectar fuertemente la formación del alumnado de secundaria y primaria y más aún aumentar el decrecimiento del interés de los niños y niñas, así como de la juventud hacia la ciencia y la tecnología (Vásquez y Manassero, 2008, 2017) y aumentar aún más el rechazo por los estudios relacionados con matemática, ciencia o tecnología que es tema de interés en casi todos los países, en especial en la Unión Europea (Eurydice, 2012).

7.2.2.1. Condiciones para el diseño e implementación de la secuencia

A partir de los resultados descritos en el apartado anterior se capacitó a los futuros/as profesores/as durante 3 meses en las habilidades y en el diseño de la secuencia siguiendo la siguiente ruta de aprendizaje.

Estado de Avance 1. Trabajo preliminar

(1) Prueba Inicial. Para reconocer el perfil de los/as futuros/as profesores/as

(2) Trabajo con las Habilidades

- Matemáticas. Se trabajó la Resolución de problemas que involucran procesos de modelación para regular las debilidades en ciclos de modelamiento. Se realizó un trabajo colaborativo en grupos de 4 personas donde había hombres y mujeres. se discutió e institucionalizó el conocimiento matemático. Debido a las dificultades en ciclos de modelamiento se trabajó con lecturas de autores que mostraban el estado del arte de la modelación matemática y se seleccionó el ciclo de modelamiento de Mabb (2007). Se volvieron a resolver los problemas tomando como referencia a la autora.
- Tecnológicas. Se trabajó en el software geogebra para las simulaciones de las distintas representaciones y diseños.
- Científicas. Se trabajó mediante simulaciones levantando preguntas de investigación e hipótesis y se prepararon exposiciones orales y se defendió, por grupo, comunicando a la audiencia sus resultados.

(3) Trabajo con los planes y programas de estudio oficiales.

- Se analizó los diferentes programas de estudio en los tópicos solicitados por los establecimientos y se discutió su articulación en el currículo, respecto de los niveles.
- Se realizó un análisis histórico epistemológico del contenido seleccionado.
- Se analizó las habilidades matemáticas científicas y tecnológicas que plantea el ministerio.
- Se diseñó una matriz de capacidades que incorpora las habilidades cognitivas, metacognitivas y transversales.

- Se explicó el modelo de enseñanza para el aula.

Estado de Avance 2. Diseño de la secuencia de aula.

- Se trabajó en objetivos generales y específicos de la temática a tratar y se articuló con las habilidades.
- Se formularon o reformularon problemas en el contexto de la Región.
- Se validó con expertos los problemas diseñados.
- Se organizó la secuencia de aula, en base al Plan de clases del modelo japonés.
- Se resolvieron los problemas presentando estrategias y posibles soluciones, usando el ciclo de modelado.
- Se analizaron las posibles dificultades y obstáculos que podrían presentar el alumnado por cada problema.

Estado de Avance 3. Presentación y simulación. Los grupos fueron presentando avances de cada instancia descrita anteriormente.

Estado de Avance 4. Presentación y revisión de la secuencia Didáctica. La investigadora a cargo realizó revisiones en tres momentos del diseño. Sólo se aprobaba si calificaba sobre 6.0.

(4) Implementación en el aula. Los grupos implementaron en el aula la secuencia acompañados como guía por el profesor del curso.

- Discusión de las clases con los investigadores.
- Regulación de las debilidades de los grupos.
- Diseño de una bitácora para anotar clase a clase.

Estado final. Presentación del proyecto pedagógico y defensa pública frente a expertos formadores de profesores/as.

- Defensa de los resultados del experimento.
- Retroalimentación para futuras prácticas por expertos (futuros/as profesores/as de matemática).
- Prueba Final. Para reconocer el progreso alcanzado.

7.2.3. Caracterización de los/as futuros/as profesores/as de matemática

A partir de los análisis descritos en el apartado anterior en la tabla 14, se presentan los resultados logrados al final de la experiencia, donde se utilizó una prueba t para muestras independientes, que nos permitió caracterizar a los/as futuros/as profesores/as. En primer lugar, mostramos el progreso de los/as profesores/as de matemática.

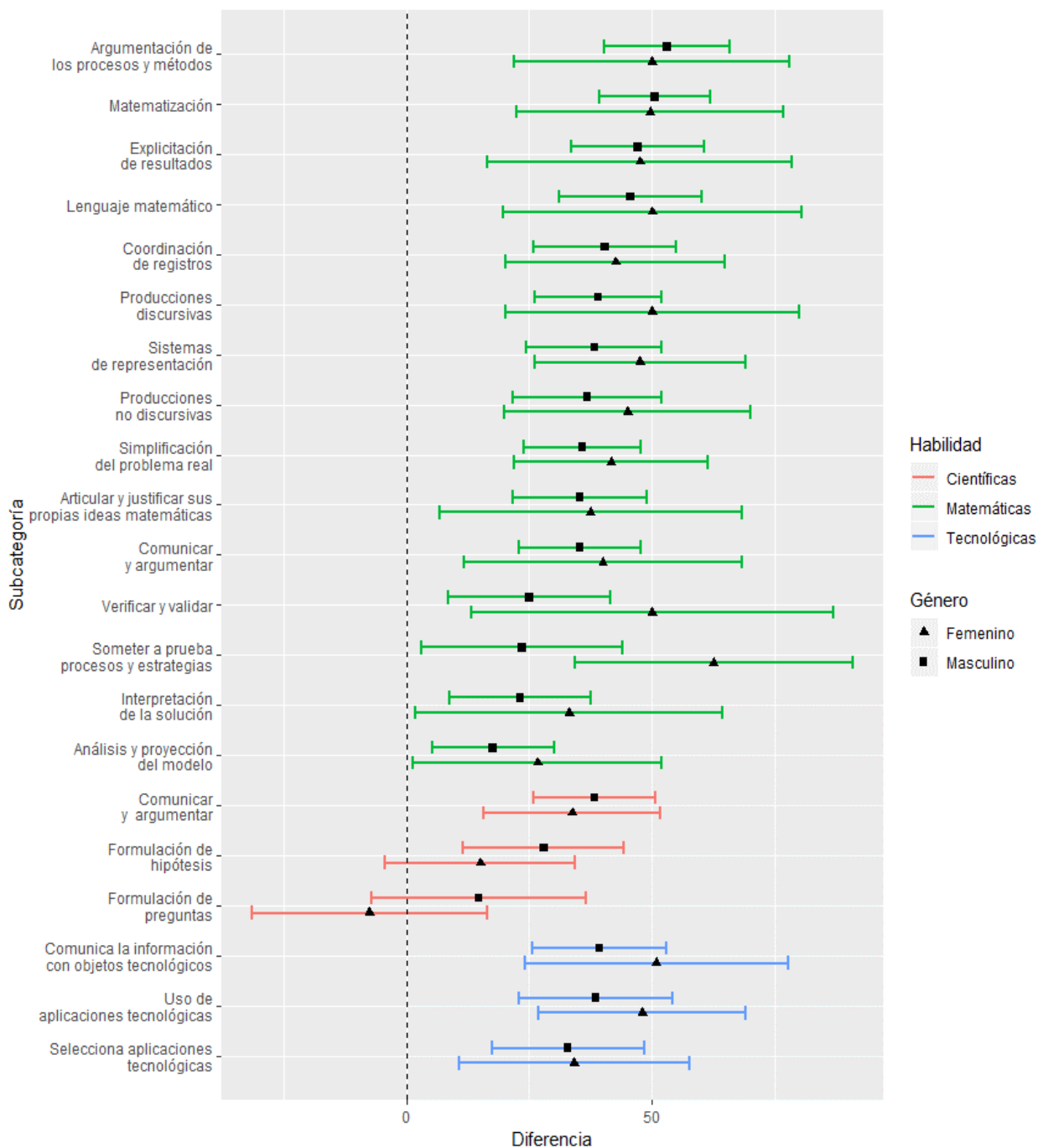
A nivel general se puede observar en la tabla 14 que tanto los futuros profesores (en adelante varones) como las futuras profesoras (en adelante mujeres), han progresado significativamente en todas las habilidades objeto de estudio. En el caso de las habilidades matemáticas tanto los varones ($p < 0.001$) como las mujeres ($P = 0.002$) han tenido progresos significativos. Lo mismo ocurre para la

habilidades científicas y tecnológicas tanto para los varones ($p=0.001$ y $p= 90.001$) y las mujeres ($p=0.028$ y 0.001) colocando en evidencia que la metodología seguida ha sido importante para dichos logros. Tanto los varones como las mujeres, se reportaron diferencias significativas en todas las subcategorías con excepción de formulación de preguntas y formulación de hipótesis (habilidades científicas). Los datos presentados en la tabla 14 pueden ser visualizados en la Figura 18.

Tabla 14. Comparación pretest y postest futuros/as profesores/as de matemática

Habilidad	Categoría	Subcategoría	Masculino				Femenino			
			Dif	Inf	Sup	P	Dif	Inf	Sup	P
Matemática			39.36	28.38	50.35	<0.001*	47.08	23.38	70.79	0.002*
	Modelar		36.32	26.18	46.47	<0.001*	42.25	20.86	63.64	0.002*
		Simplificación del problema real	35.78	23.98	47.59	<0.001*	41.67	22.00	61.34	0.001*
		Matematización	50.49	39.26	61.72	<0.001*	49.58	22.43	76.74	0.003*
		Interpretación de la solución	23.16	8.80	37.52	0.004*	33.12	1.86	64.39	0.040*
		Verificar y validar	25.00	8.61	41.39	0.005*	50.00	13.25	86.75	0.013*
		Análisis y proyección del modelo	17.65	5.26	30.04	0.008*	26.67	1.41	51.93	0.041*
		Comunicar y argumentar	35.29	22.80	47.79	<0.001*	40.00	11.79	68.21	0.011*
		Representar	38.97	25.87	52.07	<0.001*	46.25	22.18	70.32	0.002*
		Producciones discursivas	38.97	26.14	51.80	<0.001*	50.00	20.19	79.81	0.004*
		Producciones no discursivas	36.76	21.61	51.92	<0.001*	45.00	19.99	70.01	0.003*
		Sistemas de representación	38.24	24.51	51.96	<0.001*	47.50	26.09	68.91	0.001*
		Coordinación de registros	40.44	25.98	54.91	<0.001*	42.50	20.12	64.88	0.002*
		Argumentar y comunicar	40.88	28.95	52.81	<0.001*	49.50	23.79	75.21	0.002*
		Lenguaje matemático	45.59	31.05	60.13	<0.001*	50.00	19.60	80.40	0.005*
		Argumentación de los procesos y métodos	52.94	40.18	65.70	<0.001*	50.00	22.04	77.96	0.003*
		Explicitación de resultados	47.06	33.51	60.60	<0.001*	47.50	16.58	78.42	0.007*
		Articular y justificar sus propias ideas matemáticas	35.29	21.62	48.97	<0.001*	37.50	6.81	68.19	0.022*
		Someter a prueba procesos y estrategias	23.53	2.97	44.09	0.027*	62.50	34.22	90.78	0.001*
	Científica			29.78	17.73	41.83	<0.001*	18.75	2.56	34.94
Iniciar procesos investigativos			29.78	17.73	41.83	<0.001*	18.75	2.56	34.94	0.028*
		Formulación de preguntas	14.71	-7.12	36.53	0.172	-7.50	-31.42	16.42	0.496
		Formulación de hipótesis	27.94	11.63	44.25	0.002*	15.00	-4.22	34.22	0.111
		Comunicar y argumentar	38.24	25.90	50.57	<0.001*	33.75	15.84	51.66	0.002*
Tecnológica			36.86	24.61	49.12	<0.001*	44.33	23.52	65.14	0.001*
	Selección de medios tecnológicos		32.84	17.36	48.33	<0.001*	34.17	10.75	57.59	0.009*
		Selecciona aplicaciones tecnológicas	32.84	17.36	48.33	<0.001*	34.17	10.75	57.59	0.009*
	Utiliza medios tecnológicos		38.53	22.82	54.24	<0.001*	48.00	26.93	69.07	0.001*
		Uso de aplicaciones tecnológicas	38.53	22.82	54.24	<0.001*	48.00	26.93	69.07	0.001*
	Comunicar a través de objetos tecnológicos		39.22	25.52	52.91	<0.001*	50.83	24.11	77.56	0.002*
		Comunica la información con objetos tecnológicos	39.22	25.52	52.91	<0.001*	50.83	24.11	77.56	0.002*

Figura 18. Diferencias entre pretests y postest

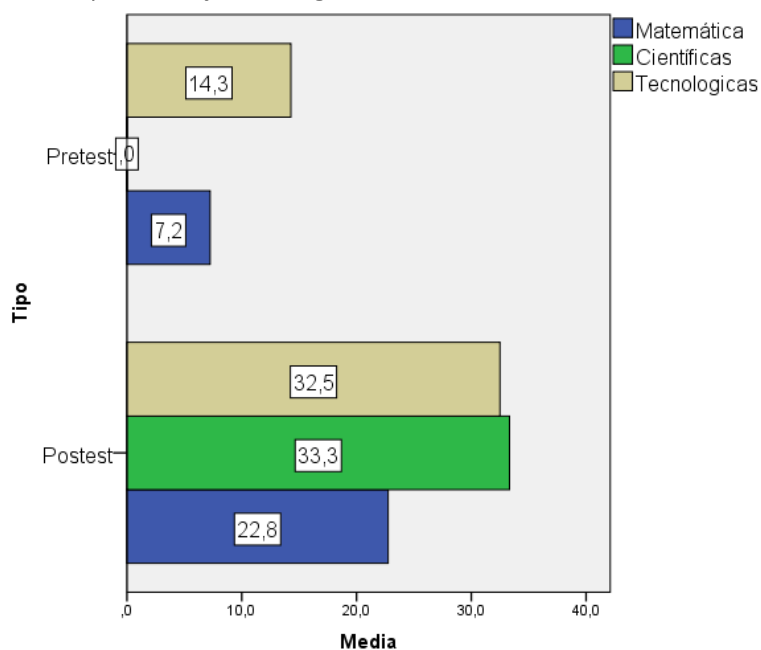


En el caso de las profesoras de educación básica, para probar el efecto producido se utilizó la prueba estadística de Wilcoxon. Se observa que en el pretest el porcentaje de logro promedio en la habilidad matemática fue de 7,2% con un error estándar del 1,3%, este porcentaje se incrementa al 22,8% lo cual no es significativo ($P=0.062$). En las habilidades científicas no se pudo evaluar la significancia porque las futuras profesoras en el pretest no lograron un porcentaje de logro. Por último, en el pretest el porcentaje de logro promedio en la habilidad tecnológica fue de 14,3% este porcentaje se incrementa al 32,5% lo cual no es significativo ($P=0.053$).

Tabla 15. Porcentajes de logro profesoras educación básica

Habilidad	Categoría	Pretest	Postest	Dif	Inf	Sup	P
Matemática		7.2 (1.3)	22.8 (1.8)	15.60	13.12	20.65	0.062
	Modelar	1.7 (0.9)	8.3 (1.3)	6.60	4.34	11.96	0.062
	Representar	20.0 (3.2)	56 (3.7)	36.00	32.50	40.00	0.057
	Argumentar y Comunicar	0.0 (0.0)	4 (2.4)	4.00	-	-	-
Científica		0.0 (0.0)	33.3 (0.0)	33.33	-	-	-
	Formula propuesta de investigación	0.0 (0.0)	50 (0.0)	50.00	-	-	-
	Interpretación de datos	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.00	-	-	-
	Comunica y argumenta	0.0 (0.0)	50 (0.0)	50.00	-	-	-
Tecnológica		14.3 (1.5)	32.5 (0.4)	18.20	16.07	18.75	0.053
	Utiliza medios tecnológicos	28.6 (3.0)	65 (0.7)	36,4	32.15	42.86	0.057
	Comunica con medios tecnológicos	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	-	-	-	-

Figura 19. Gráfico de porcentajes de logro



7.2.4. Relación entre las habilidades de los/as futuros/as profesores/as

Para representar los cambios en los futuros/as profesores/as de enseñanza media se realizó un gráfico de componentes proyectado sobre un plano. La Figura 22 muestra que en el pretest las habilidades matemáticas, científicas y tecnológicas se muestran equidistantes para el género masculino, mientras que para el género femenino se aprecia una agrupación de las habilidades matemáticas y tecnológicas, aislando las habilidades científicas. En el postest, el género masculino tiende a agrupar las habilidades matemáticas y tecnológicas, mientras que en el género femenino

sigue una gran relación entre estas últimas dos habilidades, pero se han separado más que en el pretest. La Figura 20, por otra parte, muestra las correlaciones entre las habilidades por género y tipo de prueba. Se puede apreciar una fuerte correlación entre las habilidades matemáticas y tecnológicas en las ilustraciones (siendo menor el caso masculino-pretest). Lo anterior coincide con las interpretaciones del gráfico de componentes principales.

Figura 20. Diagrama de componentes principales

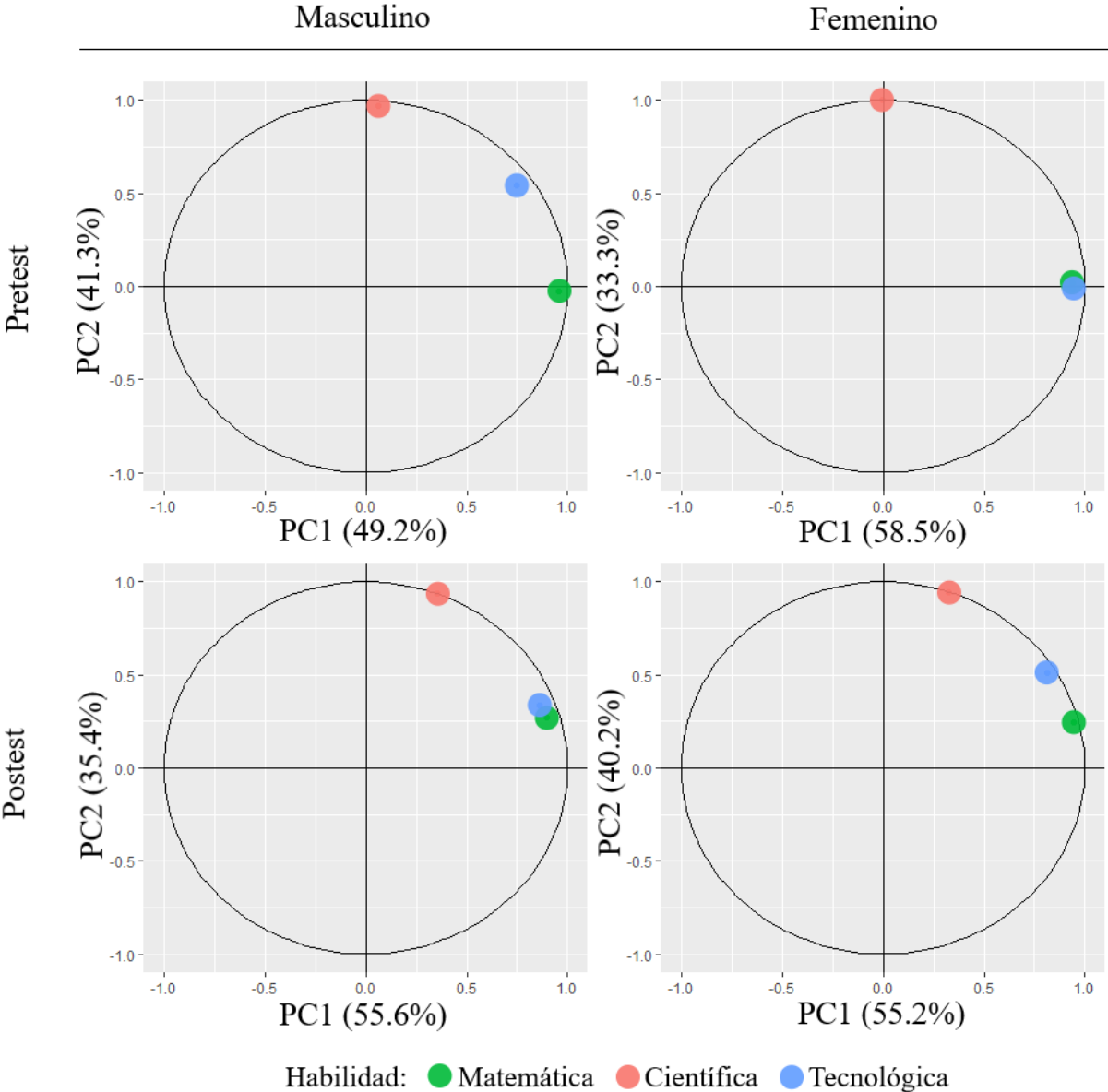
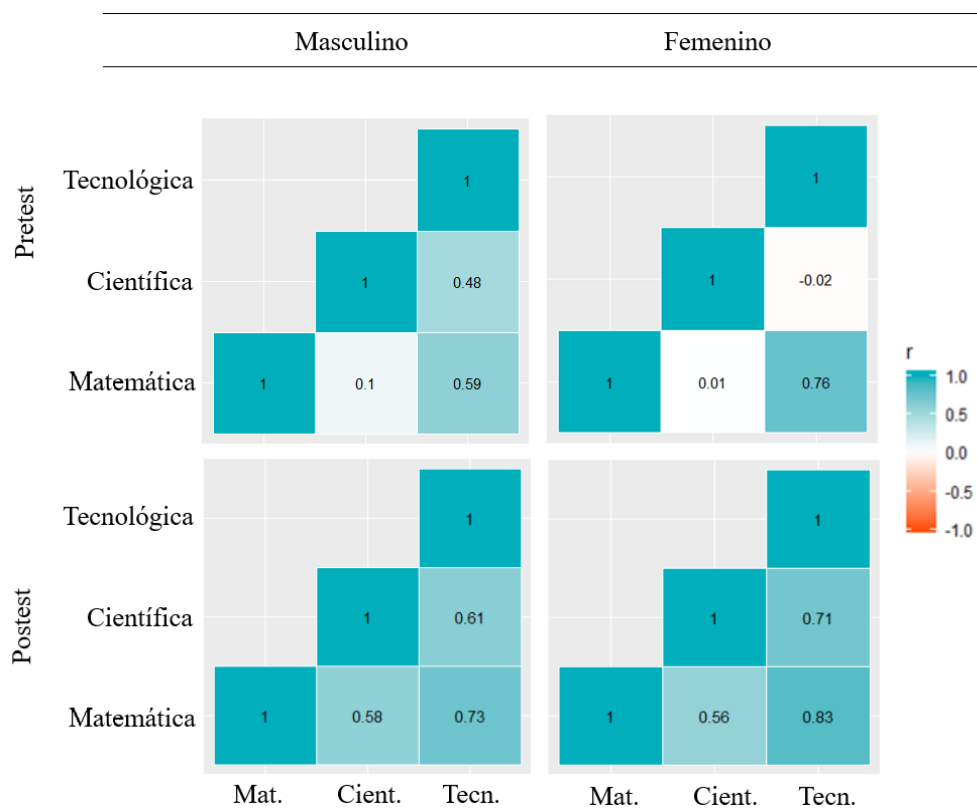
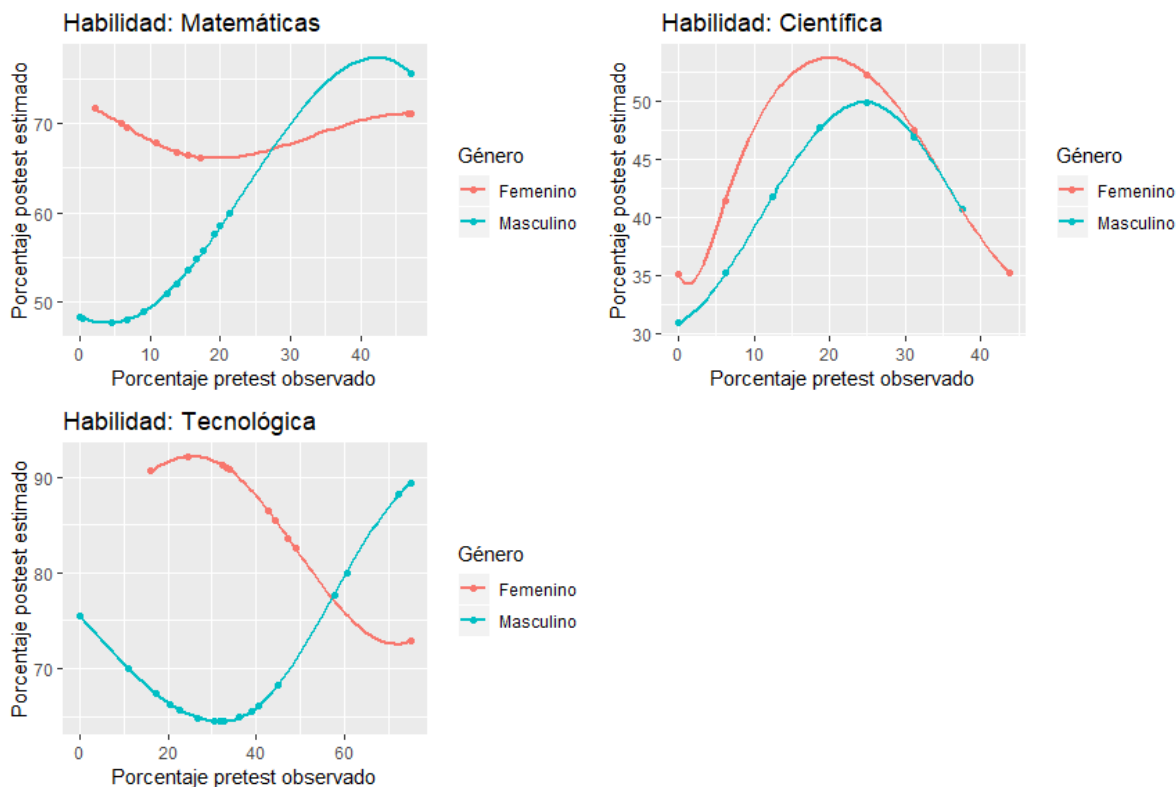


Figura 21. Correlación entre las habilidades



En la Figura 22 se observa que el porcentaje máximo de logro estimado en la habilidad matemática en el caso de los varones es del 75% y en el caso de las mujeres del 70%. Con respecto a la habilidad tecnológica esta tiende a disminuir en el caso de las mujeres a medida que el puntaje en el pretest tiende a aumentar. Por último, el porcentaje de logro estimado máximo para la habilidad científica es alrededor del 50%.

Figura 22. Máquinas de soporte vectorial



7.2.4.1. Estudio de caso profesora de 5to básico

(1) Plan de clases

A continuación, se presenta el análisis de plan de clases de quinto año básico siguiendo el modelo de idoneidad didáctica. En cada uno de ellos se muestra una evidencia como ejemplo del análisis realizado que fue extraído del plan de clase 5to año básico.

Desde la **dimensión epistémica** se destacan las siguientes fortalezas: 1) no hay errores matemáticos, 2) se considera la representatividad de los objetos matemáticos pretendidos en la enseñanza y 3) selección de tareas que permiten la movilización de habilidades matemáticas, científicas y tecnológicas. Como debilidades se destaca la presencia de ambigüedades, como la siguiente definición de sucesos seguros e imposibles en la enseñanza de la probabilidad:

“Los suceso seguros e imposibles corresponden al conjunto de todos los datos, los resultados posibles de un experimento aleatorio se denomina espacio muestral o suceso seguro”.

Dicha definición, puede llevar al error de entender que un suceso imposible corresponde al conjunto de todos los datos.

En cuanto a la **dimensión cognitiva**, se destacan las siguientes fortalezas: 1) se considera con detalle todos los conocimientos previos que requiere el desarrollo del plan de clases, 2) se plantean las posibles dificultades u obstáculos que podrían presentar los estudiantes y las posibles maneras de abordarlos en el aula, 3) se plantean indicadores para medir el logro de los aprendizajes, considerando en dicha medición habilidades matemáticas, científicas y tecnológicas. A continuación, un ejemplo del punto 2:

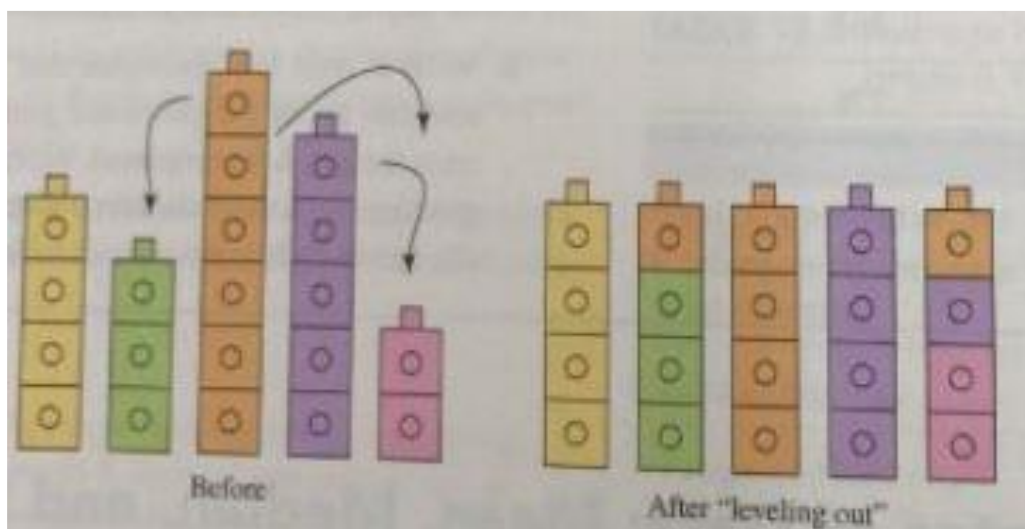
“Le cuesta levantar preguntas de tipo estadística (posibles dificultades y obstáculos) ... Se gestiona la interacción en el aula para llegar a consensos (posibles soluciones)”.

Respecto a la **dimensión interaccional**, se destaca como fortaleza la declaración de intenciones respecto a una gestión de clases que otorga espacios para la comunicación de ideas matemáticas y que da lugar a la interacción entre estudiantes a través de un trabajo colaborativo. Sin embargo, es importante que se reconozcan posibles conflictos de significados a un nivel más profundo, por ejemplo, que se planteen abordar los conflictos con el proceso de inferencia informal en el ciclo del modelado. Una evidencia de la fortaleza mencionada es la siguiente:

“Para el desarrollo del proyecto los estudiantes trabajaran en grupos asignados por el profesor asumiendo cada uno de ellos diferentes roles”.

Sobre la **dimensión mediacional**, se observan como fortaleza el uso de recursos que permiten relacionar las matemáticas con el área de la tecnología y la ciencia. Asimismo, se considera material concreto para la comprensión de los objetos matemáticos en estudio. Otra de las fortalezas es la asignación de tiempo adecuado a las actividades propuestas en las planificaciones de cada clase considerada en la unidad. La Figura 23 muestra un ejemplo en este ámbito, donde se plantea el uso de material concreto para trabajar el significado de promedio:

Figura 23. Significado de promedio por nivelación



Fuente: Plan de clases 5to básico.

En relación con la **dimensión afectiva**, se destaca la selección de la metodología de trabajo por proyecto a través de una temática cercana a los estudiantes que les permite movilizar habilidades

matemáticas, científicas y tecnológicas promoviendo, además, el trabajo colaborativo entre los estudiantes. La introducción de la temática consideró un episodio real de televisión, que se puede observar en el siguiente link <https://www.youtube.com/watch?v=GXL1AKi19FA&t=67s>

Asimismo, en cuanto a la consideración de la perspectiva de género en el diseño de la enseñanza, se destaca la actividad planificada en la clase 8 donde se invita a una Ingeniera en estadística a la clase y se intenta recoger los posibles estereotipos que manifiestan los/as estudiantes respecto al desarrollo profesional en este ámbito, lo que se anuncia de la siguiente manera:

“Presenta de manera general a un personaje que se ha destacado en el ámbito de la ingeniería en estadística. Solicita que se imaginen el nombre de la persona y que lo anoten en un papel. Discuten por qué creyeron que el personaje era hombre o mujer”.

Finalmente, respecto a la **dimensión ecológica**, se destaca como fortaleza que el plan de clases sigue las directrices curriculares, se conectan los objetos matemáticos con contenidos de otras áreas de estudio y se plantea una metodología de trabajo innovadora con base a la investigación. Como una debilidad, se puede reconocer que no se plantea de manera explícita la importancia social de los aprendizajes pretendidos. Los objetos matemáticos para tratar según las directrices curriculares son:

“Conocimiento matemático: Leen información en tablas y gráficos, Interpretan información en tablas y gráficos, Calculan del promedio aritmético de un conjunto de datos comprendiendo su significado (reparto equitativo e igualación de medidas) y predicen la ocurrencia de un evento”.

(2) Resultados de la clase implementada

A continuación, se presenta el análisis de la clase implementada. En las dimensiones analizadas se muestra una evidencia como ejemplo de lo descrito extraída de la transcripción de la clase de 5to año básico.

Desde la **dimensión epistémica**, se observa como debilidad las prácticas de enseñanza erróneas respecto a la explicación de procesos para el cálculo de promedio, así como ambigüedades entre conceptos de promedio y mediana. A la vez, respecto al ciclo de modelación, es posible observar que no hace énfasis en cómo se ajusta el promedio de la muestra (grupos) al promedio de la población (curso). Por otra parte, si bien considera recursos para la representación concreta de uno de los significados de promedio (nivelación) no resguarda un buen uso de éste en todos los grupos de trabajo. A continuación, se muestra un ejemplo de error, por parte de la futura profesora (P), respecto al concepto de promedio:

“121 P: Ya, para poder lograr un resultado mucho más seguro, como decía Alexia tenemos que calcular... y cómo lo calculamos... miren, para tener un buen resumen de un montón de datos, se suele utilizar la media, la media es la cantidad de números que se repite más veces dentro de, dentro de nuestra cantidad de... era el seis cierto, a ver vamos a comprobarlo, vamos a ver... la media solo es una, la que más se repite ¿Cuál es el número que más se repite de todos estos?”

Respecto a la **dimensión cognitiva**, se observa que hay intención de captar los conocimientos previos en el inicio de la clase, pero el foco está centrado en lo que la futura profesora dice, y no en profundizar lo que los/as estudiantes tratan de decir. Por otra parte, al finalizar la clase no se observa la institucionalización del conocimiento. Un ejemplo de esto se puede observar en la siguiente interacción entre la futura profesora (P) y estudiantes (E):

“18 P: Antes de comenzar alguien recuerda lo que íbamos a hacer con las clases anteriores; ya llevamos dos clases... Dígame; 19 E: El gráfico; 20 P: El gráfico; 21 P: Vimos los pictogramas, muy bien”.

En cuanto a la **dimensión interaccional**, se destaca como fortaleza que la futura profesora facilita la participación de los/as estudiantes durante la clase, sin estereotipos de género observables, conformando grupos de trabajos mixtos. Sin embargo, no se observa una buena gestión para otorgar espacios de comunicación de ideas matemáticas ni búsqueda de consensos a partir de argumentos, es ella quien valida las ideas (no confronta las respuestas con otros estudiantes). Asimismo, en su discurso no se observa un énfasis en visibilizar a los/as estudiantes las habilidades matemáticas, científicas y tecnológicas que se trabajan a partir de la actividad de aula. Un ejemplo de lo mencionado se observa en la siguiente interacción entre la futura profesora y los/as estudiantes:

“172 E: Son ciento treinta y tres; 173 P: Ya, efectivamente la suma es ciento treinta y tres”.

Sobre la **dimensión mediacional**, se observan dificultades para enfrentar situaciones inesperadas de tipo técnicas para el uso de tecnología, por ejemplo, al inicio de la clase la pizarra interactiva no lograba proyectar el Power Point y la futura profesora se focalizó en resolver el problema técnico descuidando la continuidad de la clase (en al menos 10 minutos). Esto lleva a que se desperdicie tiempo importante de la clase y, por consecuencia, no se pueda destinar el tiempo adecuado al cierre de esta (institucionalización del conocimiento). Además, si bien se reconoce como una fortaleza el uso de calculadora para que los/as estudiantes se puedan enfocar más en la comprensión del significado pretendido por sobre el cálculo aritmético, hay momentos de la clase donde la profesora desestima su uso, ocupando tiempo importante de la clase a la adición de datos para calcular el promedio.

Por otra parte, se observó que el material concreto para la comprensión del significado de promedio por nivelación no estaba preparado como se estableció en el plan de clase. Cada una de estas acciones de enseñanza, impiden que la clase se desarrolle como estaba planificada y, por consecuencia, no se desarrollan los momentos de la clase en las que se esperaba hacer conexión con el área de la ciencia, ni para responder a las preguntas de inferencia informal que permitirían analizar el ajuste del promedio de las muestras con el promedio de la población. Es decir, se observa que lo planificado no se implementa.

En relación con la **dimensión afectiva**, se aprecia que los recursos manipulativos utilizados en la clase logran captar el interés de los/as estudiantes, así como recoger los conocimientos previos con la situación de “promedios del curso”. Sin embargo, en el desarrollo de la clase no se evidencia la promoción del interés por la resolución de situaciones (“el uso de la mochila”) que permiten movilizar habilidades matemáticas, científicas y tecnológicas, es decir, los/as estudiantes no logran captar la necesidad de resolver situaciones integradoras. En este ámbito, se destaca como fortaleza

la valoración de respuestas y la promoción de la perseverancia y dedicación al trabajo sin hacer diferencias de género por parte de la futura profesora, lo que se puede apreciar en la siguiente interacción:

“185 P: Ya, ¿Cuántos llegaron al resultado? Tengo unas compañeras que todavía no terminan; 186 P: Revisa tu resultado Francisco...; 193 P: Ya cuéntenme ¿Quién falta por llegar al resultado?; 196 P: Ya ¿Cuál es el resultado? ¿quién me lo puede decir? Levante la mano... Jazmín”.

Finalmente, desde la **dimensión ecológica**, se observa que los tipos de problema se ajustan al currículo nacional, pese a que la implementación en el aula no se ajusta en totalidad a lo planificado o pretendido. Asimismo, no se observa la intención de explicitar la importancia de comprender el objeto matemático en estudio en diversas situaciones reales, ni la importancia de la articulación de las disciplinas matemáticas, científicas y tecnológicas para la resolución de la situación planteada.

Los datos analizados en el plan de clases e implementación de una de las clases han permitido valorar cada una de estas categorías considerando cinco niveles de logro:

Excelente (4): las prácticas de enseñanza (pretendidas o implementadas) se valoran en un estándar de calidad excelente.

Alto (3): las prácticas de enseñanza (pretendidas o implementadas) se valoran en un estándar de calidad alto, con escasas observaciones.

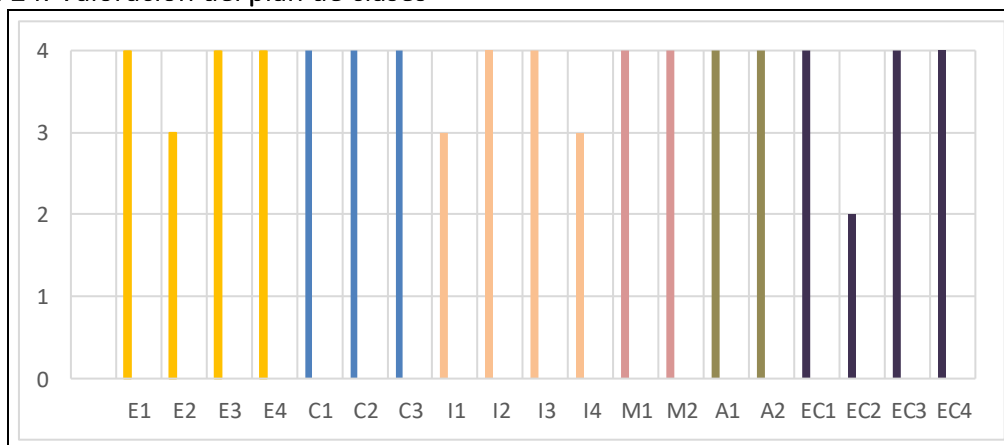
Medio (2): las prácticas de enseñanza (pretendidas o implementadas) se valoran en un estándar de calidad medio, con varias observaciones.

Bajo (1): las prácticas de enseñanza (pretendidas o implementadas) son valoradas en un bajo estándar de calidad.

No es observable (0): no se observan prácticas de enseñanza (pretendidas o implementadas) que permitan valorar la categoría.

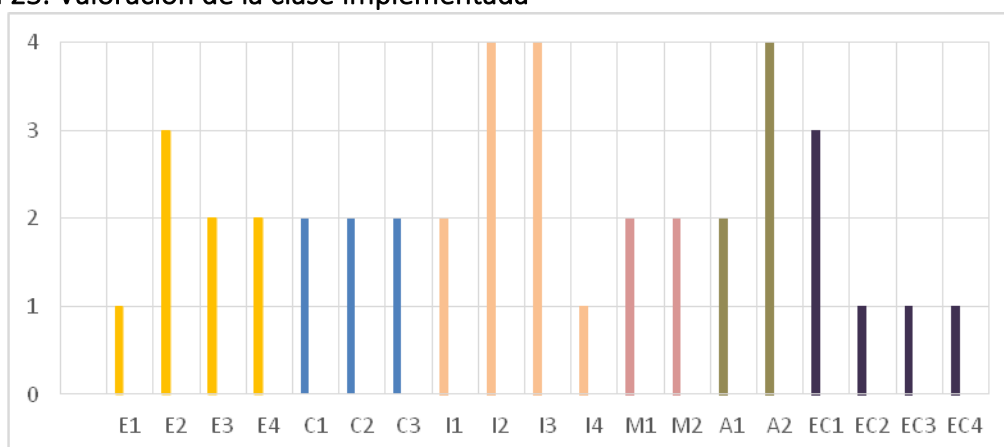
Tomando en consideración estos indicadores de calidad en las Figuras 24 y 25 se muestra una mirada global de la valoración de las prácticas de enseñanza. La Figura 24 da a conocer la valoración del plan de clases y la figura 25 muestra la valoración de la clase implementada. De manera general, al comparar estas figuras se puede observar que las futuras profesoras muestran un mayor nivel de logro en el proceso de planificación de la enseñanza (plan de clases que fue apoyada por las investigadoras), respecto a la implementación de ésta, donde se observa que varias categorías están en el nivel bajo.

Figura 24. Valoración del plan de clases



Fuente: Elaboración propia.

Figura 25. Valoración de la clase implementada



Fuente: Elaboración propia.

7.2.4.2. Estudio de caso futuros/as profesores/as de educación media

Para el estudio de clases se consideró un grupo de primer año medio científico humanista y para los análisis se considera el modelo de idoneidad didáctica, con las dimensiones y categorías descrito en la metodología de trabajo. En primer lugar, se presenta el análisis del Plan de clases que diseñaron los futuros/as profesores/as supervisados por una integrante del equipo de investigadoras. El Plan de clases sigue los lineamientos del modelo japonés y cada apartado del Plan será analizado con las dimensiones del modelo de idoneidad. En segundo lugar, se realiza un análisis de uno de los videos para establecer la congruencia entre lo declarado y lo ejecutado.

(A) Análisis del plan de clases del grupo 5

Desde la *dimensión epistémica* se destacan las siguientes fortalezas: 1) no hay errores matemáticos a excepción de un error de notación en la clase 3 al asignar a h_1 el símbolo “?” como la variable y en la clase cinco se presenta un error matemático al generalizar el modelo, en el uso del símbolo \Rightarrow , cuando lo que debe ocuparse es el símbolo \Leftrightarrow ; 2) en el diseño de los problemas se considera el contexto de la Región del Maule 3) La selección de tareas movilizan las habilidades matemáticas, científicas y tecnológicas basadas en problema de modelamiento matemático; 4) presentan estrategias en la resolución de los problemas y utilizan los ciclos de modelamiento matemático (simplificación del problema, matematización, formulación del modelo matemático final, la verificación y validación con datos numéricos, la generalización del modelo, el análisis y proyección de este y la comunicación matemática).

Sobre la riqueza de procesos se destacan las siguientes fortalezas 1) Los objetivos generales de la unidad, contemplan habilidades como la generalización a través de la búsqueda de soluciones a problemas contextualizados de su realidad local y sin dejar de lado los contenidos a trabajar; 2) Las clases contemplan una alta riqueza de procesos, integrando la ciencia, tecnología, ingeniería y matemática, 3) utilización de representaciones, comunicación y argumentación de sus resultados, 4) representatividad de significados todos presentes en el curriculum nacional: Semejanza de figuras perspectiva geométrica; Teorema de Thales (perspectiva geométrica; perspectiva aritmética, a través de razones y proporciones; perspectiva algebraica, en cuanto a la resolución de ecuaciones racionales) y Homotecia de figuras planas (En la geometría plana a través de la semejanza; perspectiva aritmética, a través de razones y proporciones; perspectiva algebraica, en cuanto a la resolución de ecuaciones racionales; forma vectorial, asociando a la multiplicación de un vector por escalar).

Figura 26. Extracto de la formulación del problema de la clase tres

Actividad 1.

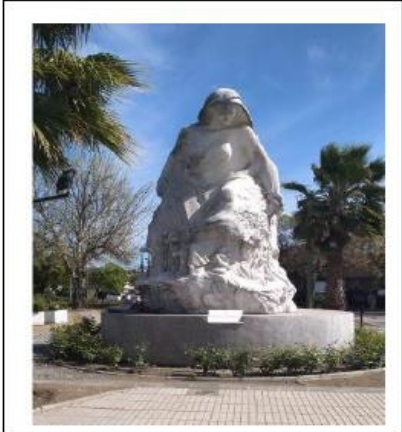
Durante la celebración de la semana de la independencia en Talca, y en conmemoración del Bicentenario de nuestro país, el 11 de febrero del 2011 fue inaugurada la estatua “Madre Tierra” frente al Centro Regional de Abastecimientos (CREA) en la alameda de la ciudad. Construida en hormigón armado con polvo de mármol y cemento blanco. (Imagen 1).

El arquitecto realizador fue Alejandro de la Puente Acuña y fue esculpida por Graciela Albridi Cifuentes. Según como comenta “Madre Tierra”, es una mujer que nace de la tierra, lo cual se manifiesta desde su base en forma de raíces. Lleva trigo y uvas, los productos más representativos de la agricultura tradicional y fundacional de nuestra ciudad, Talca.

En su regazo, un grupo de trabajadores está en la vendimia y trilla, actividades típicas de la zona y representan un homenaje a los orígenes agrícolas de la ciudad, que hicieron de Talca una de las más importantes capitales del país.

Debido a que a futuro, por distintas causas, la escultura presentará deterioro, se deberá realizar una mantención, y en caso de ser necesario la restauración de alguna de sus partes, un dato relevante y necesario para llevar a cabo esta tarea es la altura.

En este caso, el diámetro de la base de la estatua mide 5.4 m, la sombra de la Madre Tierra es de 3.5 m desde la base, y se encuentra ubicada paralelamente una persona que mide 1.73 m con una sombra de 1.67 m.



a) Represente el problema planteado a través de un dibujo.

b) ¿Qué te llama la atención de tu representación? ¿Qué conceptos observas en ella?

c) Formule un modelo matemático que permita determinar la altura de la madre Tierra. Justifica y explicita todas las estrategias que has seguido en la resolución, así como los métodos matemáticos y propiedades que has utilizado en la toma de decisiones para mostrar que el modelo que has formulado es un buen predictor para los datos.

d) Se encuentra un niño cerca de la estatua también paralelamente, con una estatura de 1.3 m. y una sombra de 1.25 m. (Sugerencia: Utilice esta información para validar su modelo).

e) ¿Qué factores medioambientales, físicos y químicos influyen en el deterioro de la escultura en particular? Investigue y argumente.

f) Plantee la creación de alguna escultura que represente a Talca con alguna característica.

Sobre la **dimensión cognitiva** se destacan las siguientes fortalezas: 1) conocimientos previos, que requiere el alumnado para enfrentar el nuevo conocimiento, entre las que destaca la proporcionalidad para abordar la semejanza de figuras planas, el teorema de Thales y la homotecia (de la clase uno a la seis). Los ángulos entre paralelas se ocuparon en el teorema de Thales y la homotecia (clase tres y cuatro), el teorema de Pitágoras se ocupa en la clase siete, resolviendo situaciones particulares, y las transformaciones isométricas que fueron ocupadas en la homotecia de figuras planas; 2) se plantea posibles dificultades y obstáculos que podrían presentar el alumnado y las posibles soluciones y 3) se plantean indicadores para evaluar las habilidades desarrolladas en los/as estudiantes.

Figura 27. Extracto situación 1 del postest del plan de clases

<p>Situación 1. "Construcción de un galpón"</p> <p>Los galpones son estructuras que se han mantenido en el tiempo como los elementos más utilizados como protección, bodegaje y recreación. El cobertizo es una estructura secundaria que se constituye para ser utilizada como parte del patio de una vivienda y así dar protección contra la lluvia y el sol.</p> <p>Existen variados tipos de estructuras para la construcción de un galpón, como los de hormigón, de madera, metálicos, tubest y reticulado.</p> <p>Las dimensiones del galpón mostrado en la Figura 1. son:</p>  <p>Figura 1. Galpón metálico de techo triangular</p>	<p>(1) Ordena los datos en una tabla. (Utiliza todos los medios tecnológicos que dispones: computadora, calculadora).</p> <p>(2) Formula un modelo matemático que permita determinar los metros cuadrados que se deberá cubrir con planchas de metal, según el largo del galpón. Justifica y explicita todas las estrategias que has seguido en la resolución, así como los métodos matemáticos y propiedades que has utilizado en la toma de decisiones para mostrar que el modelo que has formulado es un buen predictor para los datos.</p> <p>(3) Investigue sobre las ventajas y desventajas del uso de planchas de metal para cubrir galpones. Formula una pregunta y una hipótesis para investigar sobre el material que se utiliza para cubrir galpones.</p> <p>(4) Presenta en un ppt, una exposición con las ideas más importantes de tu modelo. Utiliza esquemas para explicar.</p>
---	--

4) Alta demanda cognitiva porque se declara activar procesos relevantes como: la modelación, representación y comunicación y argumentación relacionando la semejanza con la homotecia y teorema de Thales. Esto se ajusta a los objetivos generales de la unidad, los cuales promueven habilidades matemáticas, científicas y tecnológicas. Los objetivos de la clase fueron elaborados a partir del tema de la clase, las habilidades que se pretenden lograr y acordes a los objetivos generales. La formulación, posibles soluciones y resúmenes de integración están acordes a las habilidades que se pretenden lograr; 4) En las diferentes clases se promueve que los/as estudiantes realicen conjeturas, tránsito por representaciones, generalizaciones y demostraciones. 4) Las conexiones intra-matemáticas se encuentran al utilizar el teorema de Pitágoras, de Thales y el cálculo de áreas de figuras planas para resolver la situación dada. 5) Promoción de procesos metacognitivos, los criterios de evaluación de la unidad los contemplan indicadores enfocados al pensamiento crítico y creativo, que se encuentran en las pautas de evaluación.

Respecto de la **Idoneidad Interaccional** se destaca, entre las fortalezas, la declaración de intenciones respecto a las directrices de la enseñanza que se enfoca en desarrollar la autonomía de los/as estudiantes a través del trabajo en equipo, fomento de la autonomía a través de la autoconfianza y el interés en resolver las actividades. Se fomenta la participación, así como la inclusión dado que los problemas son cercanos al contexto de los/as estudiantes, los resúmenes de integración recogen las ideas generadas a partir de los problemas lo que favorece el diálogo y la comunicación.

En cuanto a la **Idoneidad Mediacional** se destacan las siguientes fortalezas 1) Recursos materiales (manipulativos, calculadoras, computadoras). Dados los objetivos de cada clase, todas las clases tienen como materiales comunes, pizarra, diapositivas, además de calculadoras, computador y utilización del celular; 2) la asignación de los tiempos adecuados a las actividades que están previamente planificadas.

En relación con la **Idoneidad afectiva** se destacan como fortalezas abordar 1) Intereses y necesidades elaboradas a partir del contexto local de los/as estudiantes, Ejemplo la clase 3 con la actividad sobre la Madre Tierra y la construcción simulada de un invernadero, 2) la metodología utilizada mediante la teoría de la actividad que promueve y moviliza las habilidades STEM.

Respecto de la **perspectiva de género** en el diseño del plan de clases dentro de las fortalezas se valora: 1) actividades para ambos géneros, 2) actividades del ámbito artístico, tecnológico, cultural y científico, 3) El experimento “acelerómetro”, en la cual apoyó en su diseño una ingeniera electrónica, es de interés en el uso de la tecnología al conectar con los celulares. Dentro de las debilidades observadas en el plan de clases, tenemos: 1) Estereotipos arraigados en la cultura escolar para referirse a las alumnas y alumnos, lo que se observa durante toda la secuencia de clases, 2) La descripción histórica que abordan sobre el tema de la geometría hace referencia en todo momento al género masculino y no mencionan a ninguna mujer matemática que haya hecho aportes a la geometría; 3) En muchas imágenes se resalta la figura masculina.

Sobre la dimensión Idoneidad Ecológica, se destaca dentro las fortalezas 1) Los contenidos tratados (semejanza de figuras planas, teorema de Thales y homotecia) corresponden a los contenidos considerados por el Ministerio de Educación descrito en las bases curriculares y programa de estudio de primero medio; 2) conexiones intra e interdisciplinarias, donde se abordan problemáticas en contextos (Construcción de invernaderos, ¿Dónde nos encontramos?, Construcción de un galpón, Antenas parabólicas) relacionados con la ciencia, la tecnología y la ingeniería; 3) Se muestra la utilidad socio-laboral que tienen los problemas, desde un enfoque STEM para la inserción de los/as estudiantes en el futuro y de los desafíos que se vienen.

(B) La clase implementada

En el siguiente apartado se expone el análisis del plan de clases de acuerdo con cada dimensión expuesta en la matriz y criterios de referencia considerados. La temática abordada en el episodio de instrucción revisado considera la relación entre la semejanza de triángulos y el teorema fundamental de Thales.

Con respecto a la **dimensión epistémica** y desde un enfoque disciplinar, se evidencian *errores* en las explicaciones del profesor en formación, sobre conceptos asociados a la semejanza de triángulos y congruencia de ángulos. En ellas alude a la resta cuando se refiere a una división.

Al exponer la situación problemática, se observa claridad en los procedimientos de resolución de acuerdo con el ciclo de modelación. Las explicaciones, argumentos y comprobaciones, se adecuan al nivel educativo del alumnado en cada etapa de la clase, salvo las excepciones anteriormente descritas. En tales etapas, se evidencia un orden secuenciado de tareas relevantes, que contemplan instancias de exploración y modelación, propiciando modos de representación, argumentación matemática y el desarrollo de habilidades científicas y tecnológicas. [Lo anterior](#), vinculado a que el profesor en formación expone una posible solución para el alcance del modelo general. Los conceptos previos y conocidos por los estudiantes son considerados por el profesor en formación, hasta llegar a las conclusiones esperadas y generalización de teoremas.

Considera significados parciales del teorema de Thales de acuerdo con los referentes curriculares desde: (1) La perspectiva geométrica, a través de las rectas paralelas y transversales que lo forman; (2) La perspectiva aritmética, a través de razones y proporciones y (3) La perspectiva algebraica, con respecto a la resolución de ecuaciones racionales.

Se identifica que las unidades de significados, en diferentes sistemas de registro, se evidencian durante el discurso de la clase, desde deducciones y representaciones en el entorno geométrico, aritmético y algebraico, transitando por la semejanza de las configuraciones, nociones de proporcionalidad hasta la resolución de ecuaciones fraccionarias. El alumnado trabaja en dúos y tríos, según su ubicación y distribución en la sala de clases.

Con respecto a la **dimensión cognitiva** se evidencia en los estudiantes, el dominio de nociones previas requeridas, para su aplicación en el desarrollo de la clase, los que fueron reforzados constantemente en los criterios de semejanza triangular y los significados parciales. Los objetos geométricos, se ajustan a los contenidos mínimos de los programas de estudio y exigencias del currículum transformándose en aprendizajes alcanzables en sus diferentes componentes. En el siguiente extracto, se puede apreciar una activación lograda de conocimientos previos.

P1: *Lo que primero vamos a hacer, va a ser un poco dejar claro algunas cosas que no tenemos aun claras, es sobre los criterios de semejanza en los triángulos. La semejanza de triángulos es cuando los lados entre dos triángulos son proporcionales, los lados homólogos, y los ángulos entre los dos triángulos son congruentes. Un criterio del que vimos cuando estábamos en la sala de computación, era el criterio LLL, ¿qué dice este criterio?, dice que por ejemplo este lado mide AB es tres, ¿cuál es el lado homólogo correspondiente al otro triángulo? Mide 9 cierto, A'B', lo que hacemos primero va a ser ordenarlos ya, luego por ejemplo el lado AC ¿cuánto mide?*

Ao: *dos*

P1: *Mide dos, ya, ¿y cuál es el lado homólogo?*

Aa: *seis*

P1: *Y el lado CB*

Aa: *1*

P1: *¿Y su lado homólogo mide?*

Aa: *Tres*

Sin embargo, se revela a pesar de que se observa un monitoreo evidente de las tareas de aprendizaje y estimación grupal de logros, que esta acción no es sistematizada o cotejada a través de alguna pauta u otro instrumento de evaluación.

Se propician en la clase, el desarrollo de procesos cognitivos relevantes en actividades de alta demanda cognitiva. El propósito de la clase, que se centra en vincular el teorema de Thales y los criterios de semejanza triangular. Para esto, la coherencia entre la problemática planteada, en un ámbito real de aplicación de tales conceptos matemáticos y el inducir a las conjeturas y su confirmación demuestra la implementación de tareas de alto nivel cognitivo. Se utilizan recursos como la guía de aprendizaje que considera la representación en un registro geométrico, sus transformaciones, diseño de estrategias en la resolución del problema para el alcance de un modelo matemático y la posterior generalización. En la exigencia de desarrollar hipótesis relativas al problema planteado, confirmarlas y dar respuestas a ellas, prácticas de índole científico, que se potencia el desarrollo de habilidades a este nivel. “Pues la formulación de un problema científico necesita ser respondida con una hipótesis; o sea, con una conjetura o presunción plausible de ser verdadera; este enunciado se expresa en forma aseverativa” (Nuñez, 2007).

Las y los estudiantes desarrollan una ruta de trabajo matemático que contempla: trato y conversión de representaciones (Duval, 2016), desarrollo de ciclos de modelamiento, conexiones intra e interdisciplinarias. Sin embargo, los y las estudiantes comunican y argumentan deficientemente los procesos y resultados en el momento de institucionalizar los conocimientos.

Desde la **dimensión interaccional**, se distingue un énfasis en la adquisición de conceptos clave y habilidades a desarrollar en la clase, ya que esta transcurre en torno a la temática central, la cual es presentada de manera precisa y organizada. Tal estrategia permite la conceptualización de los contenidos disciplinares abordados y sus propiedades (exploración, introducción al concepto y estructuración). La secuencia lógica y estratégica observada y el intercambio de información suscitado por la distribución aleatoria de los grupos posibilita el recorrido por ciclos de modelación.

Respecto a las explicaciones, por parte del docente, se recurre al uso de un dispositivo multimedia que optimizan la gestión de enseñanza. A pesar de que un grupo tiende a dar respuesta a los cuestionamientos abiertos, el juego de preguntas es adecuado para el avance y desarrollo de la clase. No se evidencia una interpretación correcta de los silencios o expresiones gestuales, además de que los argumentos no son enriquecidos con una mayor profundización. Los recursos retóricos y argumentativos para incorporar y despertar la atención de los alumnos y alumnas no se utilizan. Tampoco se recurre a la síntesis a través de esquemas gráficos, que sinteticen o condensen los contenidos de la clase.

En la dinámica de la clase y procedimientos de aula, se pueden apreciar aspectos que propician la inclusión del alumnado ya que se les presenta una problemática cercana a ellos (puente río claro) pero que no toca la temática relativa al género o la incorpora para propiciar reflexiones sobre ella. Se aprecia discriminación positiva a favor de los alumnos que presentan una mayor dificultad, monitoreando su trabajo, aclarando dudas y realizando apoyo cuando lo requieran, lo que se ve reflejado en el trabajo realizado por las parejas. Esta estrategia favorece momentos de diálogo y

comunicación entre estudiantes, lo que se refuerza a través del monitoreo constante de su trabajo y el apoyo personalizado hacia los alumnos y alumnas que presentan barreras o dificultades. Esto constituye la consideración una práctica en ciertos términos inclusivos. Sin embargo, la decisión del trabajo en parejas no se enfoca en que estas sean mixtas y se podría presumir que esta forma de distribución no es habitual en las rutinas de clases y que genera disociación de ambos géneros en el aula. La inducción a la problemática no es aprovechada para estimular cuestionamientos o discusiones con respecto a este ámbito. El problema es tratado desde una focalización en elementos matemáticos, yendo rápidamente a estos objetos considerados en su resolución, lo que se demuestra en el siguiente fragmento:

P1: La idea, como es una actividad en parejas, se tienen que imaginar que están en el río, y de que están estimando la altura, cosa de que tienen que establecer una ecuación que permita estimar la altura del río. Primero vamos a encontrar una ecuación, no vamos a encontrar la altura, solo una ecuación con datos, por ejemplo, lo que podemos encontrar puede ser, tenemos la altura es igual a, no sé, a 40 dividido en una variable que no sabemos cuánto es, más otra variable, pero lo que tenemos que establecer es quienes son esas variables, y al saber esas variables cual es la altura del río, y saber que distancias son, y para eso tienen que ocupar lo que hemos visto hasta ahora.

P1: La actividad tiene hartas preguntas cierto, las dos más importantes son registrar la situación en un dibujo y una ecuación. Las otras preguntas ayudan a establecer que conceptos matemáticos pueden ocupar.

En el resumen de integración los momentos de intercambio colectivo de información, entre los estudiantes, se aprecian ausentes. Sin embargo, durante el proceso se utiliza la mediación de conocimientos, entregando la posibilidad de optar a los estudiantes por elementos matemáticos para formular las ecuaciones, generando preguntas que favorezcan esta tarea. No se presentan sesgos de género mientras los alumnos resuelven el problema, ya que los y las estudiantes de ambos géneros tienen la oportunidad de consultar dudas y explicar sus procedimientos. Estos sucesos son supervisados y evaluados, supervisando las fases de progreso en sus actividades de acuerdo con la secuencia de clase implementada, lo que, a su vez, permite constatar la comprensión de los contenidos, el desarrollo de estrategias de resolución y procedimientos involucrados durante la trayectoria de modelado.

En referencia a la **dimensión mediacional** se rescata la utilización de recursos de apoyo pedagógico consistentes, que soportan el desarrollo de la clase en fases y permiten (en el caso de la guía de aprendizaje) la realización de tareas que involucran diferentes formas de representación, favoreciendo un acceso fluido a los conceptos (Duval,2016) y las opciones de formalización para el logro del modelo.

Las condiciones de aula en relación con el número excedido de alumnos y alumnas no se aprecian que afecte negativamente para el abordaje de todo el grupo, ya que el grupo de docentes presentes en el aula, logran resolver dudas y estimar el proceso de aprendizaje con respecto a los significados trabajados en la clase. Sin embargo, el espacio físico se torna insuficiente quedando el futuro profesor incómodo para explicar el proceso de modelamiento.

Los tiempos de la clase están detallados y definidos en el itinerario de trabajo y plan detallado de cada fase de la clase, sin embargo, se visualiza que al ser implementado solo logran abordarse completamente los dos primeros momentos, quedando inacabado el de estructuración, lo que no opaca los procedimientos de aula debido a que previo a la implementación de la clase, se realiza un refuerzo de los criterios de semejanza de triángulos. De forma global, existe priorización de los contenidos más importantes y los que presentaron mayor dificultad, por sobre otros. La distribución del alumnado podría haberse modificado favoreciendo el trabajo entre distintos géneros, lo que no permitió vislumbrar dinámicas de trabajo e intercambio de información, entre parejas de distinto género.

En relación con la *dimensión afectiva*, el entorno real, foco de la situación problemática planteada en referencia al puente del río Claro, sitúa a los estudiantes en frente de una tarea contextualizada que le aporta sentido y cercanía, ya que es pensada para la incorporación de un componente representativo del sector geográfico y patrimonio de la ciudad, lo que despierta gran interés, según lo observado y que probablemente conecta a los estudiantes con su infancia, recuerdos familiares o simplemente le aporta exclusividad a este tipo trabajo matemático.

Existe estímulo para la participación y preferencia de un grupo por sobre otros, al igual que lo que se distingue en una de las estudiantes. Levantan la mano para contestar las preguntas y el docente sigue dirigiendo la mirada sobre ciertos grupos y los estudiantes varones.

Con respecto a la *dimensión ecológica*, los contenidos tratados y las metas cognitivas propuestas en la clase están contenidos en los lineamientos curriculares que el Ministerio de Educación presenta en las bases y programa de estudio de primero medio. En este mismo se promueve el desarrollo de habilidades cognitivas matemáticas como: modelar, resolver problemas, representar y argumentar; habilidades que son declaradas en plan de clases y su posterior implementación, las que se desenvuelven, tanto en un medio matemático, como en el científico y tecnológico.

El contenido matemático trabajado en la clase como el teorema de Thales permite conectarlo con una relación situada en aspectos históricos y culturales, sobre el puente del río Claro, dado el enfoque STEM de la unidad didáctica.

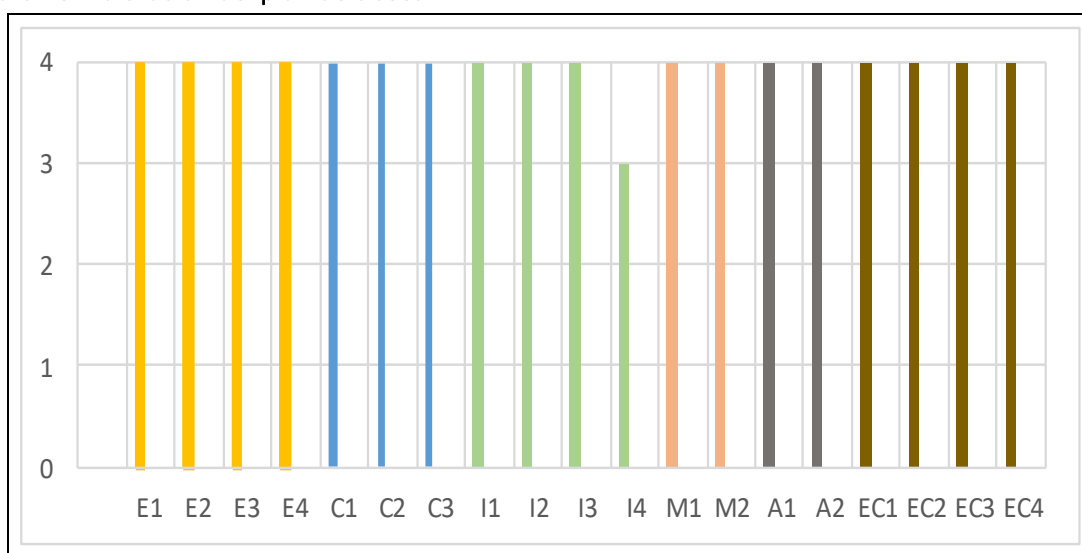
El hecho de que la resolución de problemas sea aplicada a un contexto real y cotidiano, es relevante en cuanto a la funcionalidad y versatilidad de esta disciplina, sin embargo se considera mayormente útil social y laboralmente, el desarrollo de habilidades matemáticas, científicas y tecnológicas que promueven las situaciones planteadas, las estrategias de resolución diseñadas y seleccionadas por los y las estudiantes al momento de enfrentarse a tales tareas (autonomía, trabajo en equipo, respeto a la opinión de otros).

Al valorar la clase propuesta y desempeñada se aprecian diferentes estrategias y recursos de apoyo para acudir a la diversidad del aula e implementación de lo planteado como temática central. La clase se enfoca al desarrollo de habilidades de modelamiento matemático, acompañado de problemas con enfoque STEM, que emerge como una propuesta didáctica de innovación, por la

posibilidad de que estas habilidades cognitivas desarrolladas sean extrapoladas y útiles en otros ámbitos como el económico, social y laboral. Dicha conexión que solo se logra propiciar en las condiciones de esta metodología, considerando problemas en contextos como solución a diferentes problemáticas habituales.

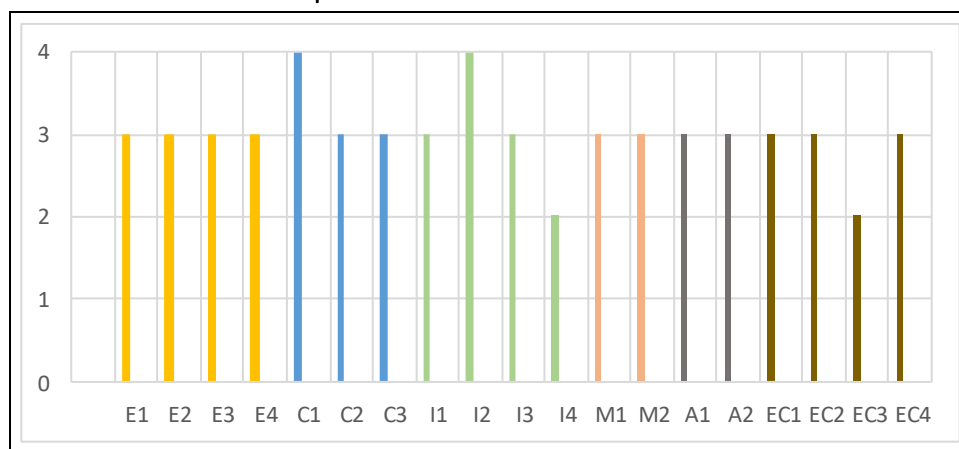
Tomando en consideración estos indicadores de calidad en las Figuras 28 y 29 se muestra una mirada global de la valoración de las prácticas de enseñanza. La Figura 28 da a conocer la valoración del plan de clases y la Figura 29 muestra la valoración de la clase implementada. De manera general, al comparar estas figuras se puede observar que los/as futuros/as profesores/as muestran un mayor nivel de logro en el proceso de planificación de la enseñanza (plan de clases que fue apoyada por las investigadoras) no así en la implementación de ésta, donde se observa que dos categorías están en el nivel bajo.

Figura 28. Valoración del plan de clases



Fuente: Elaboración propia.

Figura 29. Valoración la clase implementada



Fuente: Elaboración propia.

7.2.4.3. Síntesis de resultados

Respecto a la planificación e implementación de clases de matemática, con enfoque metodológico STEM, los datos analizados evidencian que los/as futuros/as profesores/as se desempeñan mejor en los procesos de diseño de la enseñanza, y no así en los procesos de gestión de la enseñanza. Esto permite interpretar que requieren de un proceso de formación inicial que fortalezca la formación disciplinar y les permita enfrentar el desafío de integrar las áreas del conocimiento en la enseñanza de la matemática escolar (Araya, 2016). En esta línea, comprendiendo que la metodología STEM puede significar un proceso de innovación de la enseñanza tanto en los centros escolares como en el diseño e implementación de las prácticas desarrolladas por los/as futuros/as profesores/as, se recomienda, para los procesos de formación inicial docente, considerar lo planteado por Aroza, Godino y Beltran-Pellicer (2016), quienes señalan que las prácticas de enseñanza innovadoras deben ir acompañadas de procesos de investigación y reflexión sistemáticos sobre los distintos factores que condicionan el cambio de las prácticas de enseñanza implementadas. Para ello, desde la Didáctica de la Matemática se surgieron diferentes propuestas que proporcionan métodos que favorecen los procesos de investigación y reflexión sobre los procesos de enseñanza, uno de ellos es la denominada metodología Lesson Study (Fernández y Yoshida, 2004), la que ha sido utilizada con éxito en distintas experiencias de formación inicial y continua de profesores (Estrella, Mena-Lorca y Olfos, 2018).

Además, el análisis de la implementación de la clase y las diferencias observadas con la planificación, permite hacer a lo menos tres interpretaciones: 1) se requiere de un periodo más prologado para la apropiación, por parte de los/as futuros/as profesores/as, de la metodología STEM y de modelización (Manor y Ben-Zvi, 2017), 2) es importante formar a los/as profesores/as para gestionar situaciones contingentes en el aula (respuestas de los/as alumnos, interrupciones de clases por terceros y/o fallas técnicas, entre otras) y 3) al no tener apropiada la metodología STEM no se logra un uso efectivo del tiempo para abordar las situaciones integradoras.

Por otra parte, respecto a la gestión de clases con perspectiva de género, a diferencia de otros estudios (SERNAM, 2009; Espinoza y Taut, 2016), se destaca que el caso analizado de la profesora de básica no evidencia prácticas segregadoras en la interacción docente-discente. Contrario al caso de educación media, donde en el futuro profesor se aprecian prácticas discriminatorias de manera inconsciente al favorecer, en ciertos momentos, a los jóvenes.

Asimismo, se destaca en la profesora de primaria la conformación de equipos de trabajos mixtos, habiendo más de una mujer en cada uno de ellos, los que estaban establecidos desde el inicio de la unidad, dado que se trabajó con la metodología de aprendizaje basada en proyectos. Esto último, responde a las recomendaciones realizadas en el estudio de Noël, Muñoz, Becerra y Villarroel (2016). En el caso de secundaria no fue favorecido el trabajo en equipos mixtos, decidiendo la conformación el propio alumnado. Por último, al analizar la variable de género en el plan de clases, es posible destacar la intencionalidad de visibilizar el rol de la mujer en ámbitos en los que generalmente se asocia al trabajo de hombres (Verdejo, 2017).

7.2.5. Resultados cualitativos focus group

Para conocer las concepciones, experiencia formativa e ideas respecto a la educación matemática con perspectiva de género se presentan los resultados y análisis de los futuros/as profesores/as de Matemática y Computación y de Educación General Básica.

7.2.5.1. Resultados focus group futuros/as profesores/as de matemática educación media

De acuerdo con el protocolo de preguntas se presentan los resultados que se han extraído de los análisis de la discusión que se dio con un grupo de 10 alumnos/as de Pedagogía en Matemática y Computación.

(1) Comprensión de la noción de género

La conceptualización de género es de difícil delimitación, no obstante, para iluminar los resultados del trabajo adscribimos al planteamiento de Bonilla (2015) que la define como una creación simbólica y que interpreta las relaciones entre varones y mujeres como construcciones culturales, que derivan de imponer significados sociales, culturales, pedagógicos y psicológicos. En la investigación, los estudiantes para profesor de matemáticas adoptan diferentes posiciones respecto de la relación género y matemáticas, con un predominio de una visión restringida de la capacidad de las mujeres por sobre los hombres. Una de las participantes señala:

“... dijeron en varias oportunidades, que las mujeres éramos tontas y éramos memorionas, que eran los hombres los que razonaban y bueno yo creo que influyo un poco esa opinión...” (A7).

Estos elementos requieren ser visibilizados puesto que podría provocarse el efecto de “profecía auto cumplida”, vale decir, en la medida que se les repite a las estudiantes que no son buenas en el área de las matemáticas, ellas van asumiendo dicha condición y justificando los resultados obtenidos en función de esta supuesta inferioridad cognitiva.

También fue posible evidenciar que un grupo de estudiantes atribuyen el éxito escolar en esta disciplina a un componente personal, asociado al esfuerzo y no necesariamente al género, lo que se expresa:

“...no es tan determinante..., en base al esfuerzo que pongan va a tener mejores resultados...” (A6).

Estos discursos son coherentes con la abundante evidencia que ha surgido en los últimos años respecto del impacto de la dimensión socioemocional en indicadores académicos a nivel internacional (Taylor & Schellinger, 2011). Dichos planteamientos relevan el papel de aspectos motivacionales en el logro de las metas propuestas.

Cuando se les consulta por conceptos o ideas asociados a la frase “educación matemática con perspectiva de género”, se distinguen: igualdad, diversidad y de forma mayoritaria el cambio de

paradigma social, señalando incluso que esta brecha de género corresponde a un: *“Problema social”* (A6).

Como se puede observar, se trata de una concepción social de la construcción de género. Hernández (2006) señala que esta concepción se ha construido por las sociedades para estructurar, ordenar, las relaciones sociales entre mujeres y hombres. Al basarse estas relaciones, estas construcciones sociales y simbólicas en la diferencia sexual, se estructuran relaciones de poder cuya característica esencial es el dominio masculino; lo que podría explicar que exista una serie de prejuicios respecto de la superioridad de aprendizaje en los hombres.

Al pedir la opinión de los participantes respecto de la frase “existe una diferencia biológica que determina la brecha de género en educación matemática”, es mayoritario el grupo de participantes que ha escuchado esta frase principalmente proveniente de profesores o como parte del contexto social:

“Yo encuentro que dentro de los dichos populares está el que “están las carreras de hombres y las carreras de mujeres” (A1).

En estos discursos es importante mencionar la función que adopta el profesor o profesora en la transmisión de estereotipos relacionados con género y matemáticas; llegando a establecer clasificaciones en torno a una comprensión binaria del género que hoy no se sostiene como categoría analítica. En esta dirección, Flores (2005) señala que el/la profesor/a puede llegar a ejercer gran influencia en la imagen de los/as alumnos/as, por lo tanto, puede llegar a tener consecuencias en el éxito escolar de unos u otros y en su desarrollo personal.

En cuanto a las concepciones sobre currículum oculto comprendido como el conjunto de normas, actitudes, expectativas, creencias y prácticas que se instala de forma inconsciente en las estructuras y el funcionamiento de las instituciones y en el establecimiento y desarrollo de la cultura hegemónica de las mismas (Santos, 2010), los y las estudiantes cuestionan los factores motivacionales del currículum diferenciándolos por género, vale decir, la exposición de situaciones que pueden ser de interés para hombres pero no para mujeres. Uno de ellos expresa:

“... el currículum está orientado hacia las áreas de interés de los hombres, y no así al interés de las mujeres...” (A7) *...fui a una charla que se nos conversaba que antiguamente la educación era una educación para hombres, después se incorporó la mujer en el ámbito de la historia de la educación...”* (A2)

Los discursos reproducen patrones de la sociedad patriarcal que otorga ciertos atributos específicos para las mujeres y para los varones, esta concepción sexista se reproducirá en todos los órdenes o sistemas. Artal (2009) señala que a través del currículum oculto se reproducen estereotipos que luego son empleados para justificar los resultados de aprendizaje.

Frente a los factores que condicionan la brecha de género existente en el rendimiento académico entre hombres y mujeres en el sistema escolar, los participantes concuerdan en que el aspecto sociocultural es el mayor responsable, nuevamente atribuyendo la responsabilidad de esto a la labor que cumplen los/as profesores/as o a la motivación que se recibe desde el hogar:

“Yo creo que la sociedad en general” (A4); “La motivación en general que se ve a los alumnos, ya sea de los papas, de los profesores” (A9); mientras que sólo un participante lo atribuye a un factor biológico: “... Por lo general llegan a un acuerdo más rápido solo entre hombres, que, al tener el pensamiento de una mujer, quizás son muy diferentes...” (A2).

(2) Para la dimensión “Experiencia formativa en el ámbito de género y matemática”, que corresponde a la segunda categoría se puede concluir que:

Sobre el conocimiento general de estereotipos de género en educación matemática los/as participantes dan cuenta de sus experiencias personales, manifestando la existencia de estos estereotipos y su conocimiento como parte de la cultura, de lo que se asume de la sociedad o de lo que continuamente han escuchado:

“...que los hombres pueden desarrollar sus capacidades de mejor manera, más fácil... la mujer puede optar a cosas del hogar, a cosas más pequeñas, total después va a estudiar y ser mamá y después tendrá que quedarse en la casa...” (A6); “...ahora se puede ver incluso en la misma carrera son muchos más hombres que mujeres...” (A1).

Además, en este mismo punto los participantes indican que durante su formación académica sólo se generan discusiones sobre estereotipos de género en la asignatura de Didáctica del Cálculo; cuestión que podría ser atribuida a las características del profesor a cargo de la asignatura; y no como una práctica habitual. En cuanto al conocimiento de investigaciones en el ámbito de matemática y género, el desconocimiento es total por parte de los participantes.

Sobre el conocimiento de mujeres que aportan en el desarrollo del conocimiento matemático, solo salta a la memoria de los participantes Hipatia, debido a una disertación que debieron presentar en la Universidad y que fue preparada por tres de los participantes de este Focus Group.

Al preguntar a los participantes si tienen conocimientos de algún hombre que haya aportado en el desarrollo del conocimiento matemático la respuesta instantánea es:

“Son muchos” señalando incluso: “Podríamos nombrar diez mínimos, por persona” (A10), saliendo a la luz nombres como: Euclides, Pitágoras, Newton, Thales, Turing, Taylor, Einstein, entre otros.

Estos elementos refuerzan la idea de que las matemáticas son una disciplina construida por hombres y para ellos; concepción que ha sido traspasada de generación en generación. La

invisibilidad de mujeres que han aportado a las matemáticas refuerza patrones de género asociados a masculinidad.

(4) Para la tercera dimensión correspondiente a la dimensión: “Diseño de clases de matemática con perspectiva de género”, las respuestas de los participantes permiten deducir que:

Frente a las ideas que surgen para abordar la variable de género en su práctica como futuros/as profesores/as de matemática, las respuestas de los participantes apuntan en dos direcciones, la primera corresponde a las estrategias para abordar la variable de género y la segunda, a las dificultades en el diseño de clases de matemática con perspectiva de género.

Los participantes señalan como principales estrategias para abordar la variable de género en sus prácticas profesionales, la motivación:

“Tiene que haber un tema de motivación diferente, por ende, tener cuidado también de no motivar o realzar tanto a la mujer y no tanto al hombre” (A6); “...yo creo que hay que tener presente siempre los intereses de todos, para poder hacer algo que sea lo más equitativo posible en las clases, tomar entonces los intereses de las niñas como la de los niños...” (A4).

Esta situación se podría explicar según Cerezo y Casanova (2004) por la existencia de patrones atribucionales diferentes en hombres y mujeres, de tal manera que mientras que ellas tienden a enfatizar más el esfuerzo a la hora de explicar su rendimiento, ellos apelan en mayor medida a la habilidad y a la suerte como causas de sus logros académicos; aunque trabajos de Anderman y Midgley (1997) recomiendan ser cautelosos con este tipo de aseveraciones ya que la motivación por sí sola no puede llegar a determinar el aprendizaje, sino que actuará de manera distinta dependiendo de la disciplina.

Otro aspecto relevante mencionado es la falta de recursos didácticos para planificar situaciones de enseñanza y aprendizaje con perspectiva de género, situación que se justifica por la escasa visibilidad que se le ha dado a la temática en el ámbito educativo. Algunos participantes señalan:

“La inexistencia de recursos para visibilizar a la mujer en matemática: “...yo creo que no encontrar material para las niñas, porque, nunca se ha hecho nada con respecto a ellas, entonces yo creo que ahí empezáramos a crear problemas para niñas, porque hay solo cosas enfocadas para hombres...” (A4).

La incorporación de la perspectiva de género debiera estar presente desde los recursos provenientes del MINEDUC; a través de estrategias como incorporación de contenidos transversales para trabajar género en los mismos problemas matemáticos, ajustar la iconografía de textos escolares, entendiendo que la literatura señala que los ejemplos que plantean los libros de texto, las imágenes que reproducen ofrecen una concepción del mundo y de las personas desde la perspectiva androcéntrica.

7.2.5.2. Resultados focus group futuros/as profesores/as de Educación Básica

Se presenta a continuación un estudio de caso para analizar las concepciones, experiencia formativa e ideas que le surgen a las y los futuros Profesores de Educación Básica respecto a la educación matemática con perspectiva de género en las tres temáticas o dimensiones de conversación que corresponden a: Concepciones sobre género y matemática, Experiencia formativa en el ámbito de género y matemática y Diseño de clases de matemática con perspectiva de género.

Los datos recolectados a través de las impresiones aportadas por los/as estudiantes que participaron en el Focus Group se evidencia que:

(1) Sobre la dimensión concepciones sobre género y matemática,

Las y los participantes expresan sus percepciones sobre el tema de la primera categoría de discusión, las opiniones son opuestas, ya que existen participantes que opinan que si es importante la consideración en el aula de la variable de género en las clases de matemática:

“Mmm, sí, yo considero que es importante...” (P2).

Existen opiniones de participantes que opinan lo contrario y no consideran la variable de género en las clases de matemática:

“Emm, a ver, para mí el tema del género en las clases de matemática no es un tema muy relevante, en realidad yo no hago las clases pensando si son para mujeres o para hombres” (P9).

Frente a la interrogante ¿Qué conceptos le vienen a su mente cuando escuchan la frase “educación matemática con perspectiva de género”? las y los participantes mayoritariamente señalan que el concepto que se les viene a la mente es hacer diferencias de género:

“Cuando escucho esos conceptos se me viene a la mente que se hará una diferencia entre hombres y mujeres, como pasa actualmente y se les da importancia más a unos que a otros” (P1).

En relación con la opinión que tienen los participantes respecto a la frase “existe una diferencia biológica que determina la brecha en el rendimiento matemático” y si la habían escuchado antes y en qué contexto, la generalidad de las y los participantes manifiesta no estar de acuerdo con esta frase:

“Si había escuchado esta frase antes, en el colegio. Yo no comparto lo que insinúa esta frase, ya que no creo que tenga que ver la biología humana con el rendimiento académico en matemáticas, ni en ninguna de las asignaturas...” (P2).

Respecto a qué entienden las y los participantes por currículum oculto de género en matemática, más de la mitad plantea conocer el concepto:

“Sí, currículum oculto, es lo que no nos entrega el Ministerio de educación. Si no la relaciones interpersonales con las que el niño comparte y regenera sus ideologías.”

Sobre el tema de discusión qué factores creen los participantes que condicionan la brecha existente en el rendimiento matemático de mujeres y hombres en el sistema escolar, se pueden apreciar cuatro subcategorías en sus opiniones: Factores biológicos, factores de habilidades/actitudes, factores socioculturales y factores de motivación del profesor, siendo el más comentado para las y los participantes el factor sociocultural:

“Más que nada es la sociedad y los prejuicios que implantan en nuestros estudiantes...” (P4).

(2) Experiencia formativa en el ámbito de género y matemática.

En cuanto a la segunda categoría de discusión experiencia formativa en el ámbito de género y matemática, las y los participantes discuten sobre si conocen o no el significado de estereotipos de género en educación matemática, en donde mayoritariamente los participantes manifiestan conocer el significado de estereotipos de género en educación matemática:

“El tema de los estereotipos están presentes en todos los aspectos de nuestras vidas, y sobre todo en lo académico...” (P5).

Con respecto a la discusión sobre estereotipos de género en educación matemática en alguna asignatura de la carrera, la totalidad de las y los participantes señala ausencia de discusión sobre estereotipos de género en matemática.

“La verdad, concretamente hablar respecto a los estereotipos de género en educación matemática, no.” (P4)

Sobre el conocimiento de las y los participantes en investigaciones sobre matemática y género, la gran mayoría indica no conocer investigaciones con respecto al tema:

“No, no conozco ninguna investigación” (P7).

Frente si conocen o no a alguna mujer que haya aportado al desarrollo del conocimiento matemático, las y los participantes indican no saber sobre el tema en discusión:

“No, no tengo ningún nombre” (P10).

En cambio, cuando se les plantea sobre el conocimiento de aportes de hombres en matemática, la totalidad de los participantes señalan si estar en conocimiento:

“Esta pregunta se me hace mucho más fácil, pues durante el colegio, todos los matemáticos que se nombran son hombres, como Pitágoras, Euclides, etc.” (P4)

(3) Diseño de clases de matemática con perspectiva de género.

En esta categoría se abordan estrategias para abordar la variable de género en matemática, las y los participantes manifiestan deas que le surgen para abordar la variable de género en sus prácticas como futuros/as profesoras y profesores/as de educación básica con mención en matemática, en donde se puede apreciar las estrategias nombradas por los participantes: motivación, visibilizar de la mujer y trato igualitario. La mitad de los participantes concuerdan en utilizar la estrategia de visibilizar a la mujer el resto de los participantes dividen su opinión en utilizar la estrategia de motivación y trato igualitario.

“Utilizar más exponentes femeninos, y así crear un pensamiento diferente al que existe en las aulas...” (P1).

Por último, sobre las dificultades para el diseño de clase de matemática con perspectiva de género, las y los participantes señalaron que una de las principales dificultades que consideran que pueden enfrentar al diseñar una clase de matemática con perspectiva de género es la resistencia al cambio:

“La verdad yo creo que la dificultad más grande son las creencias que ya están instaladas tanto en la sociedad, así como en nuestros estudiantes.” (P5)

7.2.5.3. Síntesis de resultados y conclusiones

A partir de los resultados, se puede evidenciar que el rol que cumple la sociedad es determinante frente a las consideraciones que se tiene de la variable de género en el aula, y las concepciones sobre educación matemática con perspectiva de género. Para los/las estudiantes el contexto resulta determinante en la construcción de estereotipos de género, siendo así la sociedad y sus construcciones socioculturales quienes crean diferencias y establecen los roles tanto de mujeres como de hombres, delimitando su comportamiento y acciones. Desde esta perspectiva, la cultura resulta ser una variable facilitadora u obstaculizadora de la construcción de prácticas de género (Irina Bokova, 2014).

La motivación aparece como una variable determinante en la construcción de relaciones de género, especialmente, vinculadas a la toma de decisiones en la gestión pedagógica del aula. Los/as participantes señalan que, el que los alumnos/as se sientan seguros y reconocidos establece diferencias significativas en las respuestas que otorgan frente a las actividades matemáticas. Asimismo, destacan el rol del profesor como promotor de dicha motivación.

El papel de las familias también aparece como un elemento que modela las prácticas de género, cuestión ampliamente documentada; por ejemplo, cuando se señala que, son los adultos quienes preparan el ambiente familiar generando diferencias, estimulando y orientando a las niñas a las actividades domésticas y maternas y a los niños hacia actividades de mayor riesgo y fuerza, comenzando de esta forma el ciclo de la desigualdad de género (ELPI, 2010 y 2012).

Desde un punto de vista formativo, es necesario señalar que los/as futuros/as profesores/as de matemática están conscientes de la existencia de esta brecha de género en Educación Matemática, haciendo notar la necesidad de un cambio tanto a nivel social como estructural, comprendiendo que ellos deben ser agentes de cambio. Es interesante ver como los futuros/as profesores/as entran en una especie de “tránsito” entre el pasado y futuro, cuando establecen que han sido formados en patrones patriarcales de género pero que deben resistirse a ellos para formar a las futuras generaciones. Para ambos niveles, la universidad ofrece escasos espacios de discusión y debate de esta temática, reconociendo, en el caso de los profesores de matemática que, solo en uno de los cursos que han tenido, la posibilidad de haber instalado estos temas. Es muy probable que el/la profesor/a de dicho curso haya presentado una sensibilidad especial por la temática que explique su incorporación como contenido pedagógico; lo cual solo indica que el aprendizaje de género no es una cuestión generalizada ni institucionalizada.

La presencia profesional de los hombres tradicionalmente ha “dominado” ciertas áreas como las matemáticas, la física y la tecnología (Olaz, 1997; Postigo, Pérez y Sanz, 1999; Salomone, 2007), lo que sugiere que a las mujeres se les ha “imposibilitado” su acceso al conocimiento matemático. A pesar de ello, han existido mujeres matemáticas que no se suelen mencionar en los libros de texto y, si se hace en alguna ocasión, estas son citadas por su apellido, por lo que es frecuente que se suponga que es un hombre (Jimeno, 2002).

Finalmente, sobre el diseño de clases de matemática con perspectiva de género las y los participantes coinciden que para abordar la variable de género en su práctica como futuro profesor de educación básica con mención matemática es necesario visibilizar a la mujer y que una de las principales dificultades a considerar para enfrentar el diseño de una clase con perspectiva de género es la resistencia al cambio.

8. CONCLUSIONES

Para responder a cada uno de los objetivos propuestos en la problemática de estudio y por consiguiente a las preguntas de investigación, se presentan las conclusiones y aportaciones proporcionadas por la experiencia desarrollada por los/as futuros/as profesores/as en el contexto de sus prácticas tempranas y profesionales en los establecimientos municipalizados de la Provincia de Talca. Se implementó una secuencia didáctica, basada en problemas tipo STEM, en el alumnado correspondiente a los niveles de secundaria de 1ero medio y 3ero técnico profesional, los que fueron intervenidos por los/as futuros/as profesores/as de matemática y en el nivel de educación básica de 5to año, intervenido por las futuras profesoras de educación general básica con mención en matemática.

Reconocemos la importancia de la experiencia que integra las disciplinas matemáticas, ciencia y tecnología mediante la modelación de situaciones ~~tipo~~ STEM, donde se muestra que un trabajo integrador de las disciplinas descritas permite en el alumnado, en todos los niveles, incluyendo la formación de los futuros/as profesores/as, el desarrollo de habilidades que son valiosas para responder a las exigencias que demanda la sociedad del siglo 21.

En primer lugar, este estudio aporta una revisión literaria sobre las habilidades que necesita desarrollar el alumnado de todos los niveles educativos y en particular la resolución de problemas STEM donde se evidencia la potencialidad de esta metodología para incorporarlas en las aulas de nuestro país (Araya, 2016). También se aborda la resolución de problemas a través de la modelación de situaciones en contextos de aplicación con otras disciplinas como son la ciencia y la tecnología cuya revisión histórica–epistemológica, muestra que los conceptos y procesos matemáticos se van construyendo de acuerdo con las necesidades sociales y culturales de las diferentes épocas y que no es posible separar los contextos en los cuales se actúa. Además, da cuenta que un trabajo integrador de las disciplinas es más conveniente para el alumnado, puesto

que permite dar significado a los conceptos y procesos y comprender la utilidad de estos (Niss, 1989; Gómez, 2007; Blomhoj, 2009; Aravena, 2016).

Se han revisado diversos estudios y propuestas sobre la modelación de situaciones, en el contexto educativo, donde se presentan diferentes modelos utilizados para el ciclo de modelación, tomando en consideración las dificultades y obstáculos que presentan los/as estudiantes y las consideraciones que se deben tener cuando se trabaja con esta metodología (Borromeo, 2006; Gómez, 2007; Mabb, 2007; Pazo y Ben-Zvi, 2017).

Sobre la formación de profesores/as se han considerado las propuestas STEM y las recomendaciones del NCTM (2000) para la implementación en las aulas. Por último, el tema de mayor interés en este estudio, lo constituye la variable género, donde se han revisado diversas investigaciones que dan cuenta de las brechas existentes en el sistema escolar, en todos los niveles, respecto del rendimiento y de los estereotipos de género que se manifiestan en la enseñanza de la matemática, la ciencia y la tecnología y las refutaciones sobre tales resultados recomendando la precauciones que hay tener en cuanto a tipos de problemas, resultados de pruebas, evaluaciones, entre otros aspectos que serán tratados en los siguientes apartados.

Por último, una organización diseñada mediante un trabajo integrador tipo STEM, ha permitido en el alumnado de sistema escolar y en los/as futuros/as profesores/as reconocer las debilidades y fortalezas cuando se enfrentan a la resolución de problemas de modelación en contextos locales. Asimismo, los análisis de resultados muestran el progreso en el desarrollo de las habilidades de ambos actores. A partir de estas consideraciones, se presentan las principales conclusiones extraídas del experimento y de los análisis de resultados que da respuesta a cada uno de los objetivos y a las interrogantes de investigación.

8.1. Alumnado del sistema escolar. Metodología STEM para atender a la diversidad de género. Nivel 1

8.1.1. Brecha de género en el sistema escolar pretest-postest

A partir del análisis de resultados del pretest y postest se explicitan las principales conclusiones que se han extraído al final de la experiencia donde tanto los varones como las mujeres presentan avances significativos a favor del postest y en ambos niveles educativos. En efecto, lo anterior da cuenta de la importancia que tiene abordar la matemática mediante la resolución de problemas integradores como una forma de desarrollar en el alumnado las habilidades matemáticas, científicas y tecnológicas necesarias para el siglo 21. Además, se coloca de manifiesto que un trabajo integrador es más conveniente para acortar la brecha de género en el alumnado, permitiendo que todos progresen en sus aprendizajes, sin exclusión, puesto que las investigaciones han evidenciado durante décadas que los varones superan a las mujeres en los aprendizajes de las matemáticas (Olaz, 1997; Cueto y Secada, 2004; Cabezas, 2009; citados en Gamboa, 2012), las ciencias y la tecnología (Vásquez y Manassero, 2008).

Los resultados dan cuenta que al inicio de la experiencia no existe, en ninguno de los niveles educativos analizados, diferencias significativas entre varones y mujeres y para ninguna de las habilidades, esto es, tanto hombres como mujeres en promedio son homogéneos en la partida, pero con niveles de desarrollo muy bajos en todas las habilidades.

En un análisis a nivel de cada habilidad, específicamente en la habilidad matemática de modelar no hay diferencias significativas entre varones y mujeres, pero se ha detectado enormes debilidades y dificultades en el alumnado del sistema escolar cuando resuelven problemas que integran las disciplinas. Cabe destacar que en los tres niveles educativos hay debilidades en todo el ciclo de modelado, pero las mayores se manifiestan en la verificación y validación, en el análisis y proyección del modelo, así como en la comunicación y argumentación. Sobre la validación y verificación coincidimos con las investigaciones quienes evidencian que validar y verificar es de dificultad en todos los niveles de enseñanza, incluyendo a la educación superior (Aravena, 2001; Borromeo, 2007; Gómez, 2007; Aravena, Caamaño y Giménez, 2008; Sol, Giménez y Rosich, 2011).

Es necesario hacer presente que en procesos de modelado, el análisis y proyección del modelo es poco reportada por las investigaciones puesto que ésta se trabaja más con el alumnado de nivel universitario, tanto en la formación de ingenieros/as (Gómez, 1998, 2007; Aravena, 2001; 2016) como en la formación inicial de profesores/as (Aravena, et al., 2011), mostrando serias dificultades en estos niveles.

Respecto de la habilidad de representar que ha sido la más desarrollada por el alumnado, aunque también baja, especialmente por los niños y niñas de 5to, la coordinación de registros es la que presenta mayores debilidades, en ambos géneros y en todos los niveles. Investigaciones reportan que, aunque se hace difícil el tránsito por las diferentes representaciones (Duval, 1998), es trascendental en la actividad matemática, en especial en problemas de modelación, por la importancia que tiene observar los fenómenos desde diversas perspectivas para la comprensión de procesos y métodos matemáticos (Aravena, Caamaño y Giménez, 2008), por lo que requiere ser trabajada en forma sistemática en el sistema educativo. Finalmente, también la comunicación y argumentación es muy débil en ambos géneros coincidiendo con las investigaciones que es una de las habilidades que menos se trabaja (Alsina, 1998).

En las habilidades científicas no existen cambios significativos en las brechas de varones y mujeres en ninguno de los niveles del sistema educativo escolar. Pero los análisis de resultados evidencian que en los tres niveles hay un escaso conocimiento de los fenómenos científicos y sociales, en particular en identificar factores de riesgo, factores medioambientales o educativos. Estos bajos resultados son coincidentes con los resultados de PISA (2016) y con las investigaciones que muestran el escaso conocimiento del alumnado en la comprensión de los fenómenos naturales y sociales. Una de las causas que la literatura coloca a disposición podría estar relacionada con la fragmentación de estas materias o con la falta de trabajo práctico del alumnado en general (Speering y Rennie, 1996; Vasquez y Manassero, 2008).

Por último, en las habilidades tecnológicas, no hay diferencias significativas entre varones y mujeres para ninguno de los niveles. Se reconoce esta habilidad como muy importante en el siglo 21, en especial en un mundo hiperconectado, donde la educación del futuro es aprender a comunicarse mediante los medios de información para acceso al conocimiento y usando medios tecnológicos (OIE, 2016). A través de estos resultados se puede conjeturar y extrapolar a la provincia que estas habilidades no están siendo del todo desarrollada en las diversas disciplinas, menos aún articuladas con las matemáticas y las ciencias.

Podemos concluir que en general, al inicio de la experiencia, que no hay diferencias de género en las habilidades matemáticas científicas y tecnológicas puesto que tanto los varones como las mujeres presentan muy bajos niveles de logro en un trabajo integrado entre las disciplinas. Solo en el caso puntual del indicador selección de medios tecnológicos, en 3ero técnico profesional, hay diferencias significativas a favor de los varones.

Compartimos los resultados de investigaciones de diversos autores que indican que tales diferencias podrían depender de los tipos de tareas que se trabajan (Bethencour y Torres, 1987, citado en Gamboa 2012) donde se manifiesta que la visión pesimista de las mujeres hacia la matemática es como se enseña en las aulas, donde los conceptos y procesos son verdades absolutas, estáticas e inmutables y a espaldas de la realidad histórica en que ésta se ha desarrollado (Aravena, 2016). Por tanto, atender a la diversidad de género lleva implícito considerar que ambos tienen las mismas potencialidades y exigencias (Chavarría, 1994), pero teniendo en consideración que en su enseñanza se favorezca las aplicaciones en contextos auténticos y locales integrando las diferentes áreas del conocimiento.

8.1.2. Caracterización de las habilidades y brecha de género

A partir de los resultados de la experiencia mediante las acciones del modelaje y considerando la integración de las ciencias y la tecnología ha permitido caracterizar las habilidades que desarrollan, tanto los varones como las mujeres, al final de la experiencia, donde el trabajo colaborativo ha sido esencial para dichos progresos (Jimeno, 2002; Aravena, Caamaño y Giménez, 2008). Ambos géneros presentan cambios significativos a favor del postest en las habilidades matemáticas y para las habilidades tecnológicas solo las mujeres reportan cambios significativos. En el caso de las habilidades científicas solo los varones de 3ero medio presentan cambios significativos y el alumnado de 5to básico, tanto varones como mujeres, presentaron cambios significativos en las habilidades matemáticas y científicas, no así en las habilidades tecnológicas.

Mediante un trabajo basado en problemas tipo STEM, tanto a nivel general como específico, el estudio de componentes principales y máquina de soporte vectorial nos permitió caracterizar, tanto a los varones como las mujeres, donde se observa que ambos son similares y que no existen brechas de género en este tipo de establecimientos. En el caso del alumnado de establecimientos científico humanista, ambos géneros son similares, pues tienden a relacionar las habilidades matemáticas con las tecnológicas dejando desplazadas a las científicas y en el caso de los

establecimientos técnicos se detectó algunos patrones pues se tiende a relacionar las habilidades matemáticas con las científicas, dejando desplazadas las tecnológicas, en cambio las mujeres tienden a relacionar las habilidades matemáticas con las tecnológicas dejando aisladas las científicas.

En conclusión, podemos decir que mediante esta metodología de trabajo tanto los varones como las mujeres, de estos niveles, están en igualdad de condiciones para responder a problemas tipo STEM, presentándose debilidades puntuales dentro de cada habilidad, a excepción de las habilidades científicas donde se presentan debilidades en el alumnado de secundaria y tecnológicas en primaria que habría que tomar medidas para su fortalecimiento.

Lo anterior es consistente con las opiniones del alumnado observándose que, en los dos niveles analizados respecto de sus percepciones, se evidencia el escaso interés que existe en las asignaturas de ciencia, siendo la de más baja valoración seguida por matemática y tecnología. Lo anterior se explicaría, según Matsumoto y Sanders (1988), a la motivación y valoración que el alumnado tiene por estas asignaturas. Coincidimos además con Sjoberg y Schreiner (2008) que esta falta de interés afecta la elección por carreras científicas y en particular a las jóvenes. Además, llama la atención que los niños y niñas de 5to básico colocan a la ciencia con la más baja valoración lo que significa que ya desde los 10 años, tanto niños como niñas empiezan a perder el interés por la ciencia, aunque los estudios han mostrado que se da con mayor frecuencia en la educación secundaria e incluso al final de la primaria (Murphy y Beggs, 2003).

La baja valoración que el alumnado de secundaria da a estas disciplinas coincide con la extensa investigación que se ha realizado respecto de las ciencias y tecnología, puesto que los estudios sobre las actitudes y rendimiento en estas asignaturas, tanto en varones como en mujeres, va decreciendo con los años y con una disposición negativa hacia ella (Osborne, Simon & Collins, 2003; Aikenhead, 2003; Gibson y Chase, 2002; citado en Vásquez y Manasero, 2008).

Podemos concluir que la propuesta basada en problemas STEM, es prometedora para superar las brechas de género que la literatura evidencia en pruebas estandarizadas (PISA, 2016; SIMCE, 2016) pues esta forma de trabajo permite al alumnado desarrollar sus habilidades en contextos integradores, contrario a lo que manifiesta el alumnado en sus comentarios, tanto del cuestionario como en el focus group, sobre la utilidad que le dan a la matemática con los métodos tradicionales de trabajo en el aula, donde ellos/as reconocen que el uso de la matemática está solo referido a cálculos no relacionándola con las otras áreas STEM. Lo anterior coincide con la literatura que evidencia que uno de los factores que podrían estar afectando el decrecimiento actitudinal, por estas asignaturas, es la falta de trabajos prácticos que las vinculen aludiendo también a “la excesiva orientación para preparar exámenes en las clases” (Murphy y Beggs, 2003, citado en Vásquez y Manasero, 2008, p. s/n).

Otro de los factores que podríamos conjeturar es el tiempo excesivo dedicado a preparar el SIMCE o la PSU, por lo que se tendría que colocar atención a estos dos factores. Por lo tanto, tal como lo

señala Aravena (2001) y Gómez (2002), el problema existente en el sistema educativo está referido a articulación, debido a que los temas de enseñanza se encuentran desconectados del mundo real y de las ciencias, provocando en los estudiantes la falta de comprensión sobre la utilidad que tienen las matemáticas en su formación.

Los resultados que se han obtenido en el estudio, respecto de las brechas de género, son coincidentes con investigaciones que dan cuenta que en los últimos años ésta se ha estrechado entre varones y mujeres (Gipps y Murphy, 1994; Inda- Caro et al. 2010, citado por Gamboa 2012) y que en el caso de pruebas que presentan tales diferencias, investigaciones recomiendan tomar con cautela sus resultados puesto que podrían no ser del todo exactas para predecir los rendimientos o estar estereotipadas o sesgadas (William 2000, pág. 661) y podría ser posible que ellas no ponen a prueba las habilidades y conocimientos relevantes contrario a lo que ha sido esta experimentación tipo STEM.

8.2. Futuros/as profesores/as de matemática y de educación general básica. Nivel 2

8.2.1. Importancia del diseño, planificación e implementación de la secuencia didáctica

Los resultados obtenidos muestran que una propuesta didáctica basada en problemas tipo STEM, permite a los futuro/as profesores/as potenciar su formación. En efecto, debido a los bajos logros de la prueba inicial, tanto de varones como mujeres, cuyos resultados fueron homogéneos en todas las habilidades, la capacitación durante 3 meses basada en problemas tipo STEM, permitió que el alumnado de pedagogía desarrollara dichas habilidades en un nivel alto de formación que le ayudó a diseñar, planificar y ejecutar su propuesta de aula.

Reconocemos la potencialidad de un trabajo colaborativo mixto que permitió, en una primera etapa, que los futuros/as profesores/as pudieran resolver problemas integradores, identificando estrategias y dificultades para su resolución y como etapa central la institucionalización del conocimiento para regular debilidades u obstáculos. Lo anterior les ayudó posteriormente a formular y reformular sus propios problemas, incorporando la ciencia y la tecnología como elementos centrales para abordar los procesos de modelamiento, lo que implicó una apropiación integrada de las tres disciplinas, incorporando además monumentos del entorno social y cultural.

El uso de la tecnología fue fundamental para los diseños, las simulaciones y las representaciones en la resolución de los problemas, así como la selección de bases de datos para simular los fenómenos mediante fórmulas o modelos. La discusión y comunicación mediante exposiciones orales en el gran grupo potenció su formación, pues la defensa y refutación de ideas, argumentos y propuestas genera instancias de diálogo compartido que regula las debilidades individuales.

Es de relevancia la metodología seguida en dicha capacitación, puesto que ayudó a regular las debilidades que presentan en su formación, en particular la falta de conocimientos sobre ciclos de modelado, modelos de enseñanza y de evaluación, habilidades científicas y tecnológicas para lo cual es importante apoyar en la revisión y búsqueda constante de investigaciones en que el/la

profesor/ra formador/a debe estar al día para apoyar al alumnado en proceso de formación y desde que ingresa a la carrera de pedagogía.

La construcción y planificación de la secuencia en la segunda etapa generó aprendizajes para los futuros/as formadores/as y en este aspecto fue fundamental el trabajo mediante la revisión de los programas de estudio en los tópicos solicitados por los establecimientos y se discutió su articulación en el currículo, respecto de los niveles, habilidades, orientaciones didácticas, multiculturalidad y género, incorporando las investigaciones que ellos/as habían leído.

Sobre el diseño de la secuencia se reconoce el logro de habilidades en ellos/as, puesto que ponen a prueba y articulan tanto los conocimientos matemáticos, pedagógicos y didácticos, que los potencia para el diseño de la secuencia didáctica. Mediante este trabajo realizan una breve descripción histórica para reconocer la importancia del objeto matemático, su aporte a la ciencia y la tecnología, así como las dificultades y obstáculos en el desarrollo del conocimiento. Esta idea es fundamental, puesto que las investigaciones evidencian que muchas de estas dificultades se presentan a escala individual en el aprendizaje (Lusa, 1988, citado en Aravena, 2001).

Siguiendo la teoría de la actividad (Leontiev,1987; Davidov,1998) se reconoce como fundamental las etapas en la planificación de la secuencia, y en especial los estados de avance, porque a través de éstos 4 momentos ha permitido regular el trabajo de los grupos, reconocer las debilidades y fortalezas y el progreso conseguido en la resolución de los problemas. Desde el punto de vista pedagógico, se genera una relación más estrecha entre futuro/a profesor/a y formador/a de profesores/as, lo que genera una actitud positiva para recibir orientaciones, para la toma de decisiones y para reflexionar sobre su progreso. Además, se desarrolla la creatividad de cada integrante, porque se atreve a proponer, sugerir, expresar ideas, defender ideas divergentes entre el/la formador/a y el grupo y entre el propio grupo, coincidiendo con Giménez (1997) pues es un trabajo que requiere tiempo y esfuerzo. Desde el punto de vista de los conceptos y procesos en ciclos de modelado, los avances son vitales, porque se aprecia en cada integrante los aspectos que coloca en juego para resolver la problemática tratada. Una de las dificultades de los grupos estudio de caso ha sido la organización de los problemas y su resolución usando el ciclo de modelado (Aravena y Caamaño, 2009; Aravena, 2016).

Sobre la implementación en el aula, con enfoque STEM, el estudio de dos casos permite detectar que los futuros/as profesores de ambos niveles, evidencian que se desempeñan en forma más eficiente en los procesos de diseño y planificación que en la implementación y gestión de aula. En efecto, existen debilidades en diversos momentos de las clases, tales como el control de la clase y la organización de los diferentes momentos que estaban muy bien planificados pero que en la realidad no siempre funcionan. En el caso de los futuros/as profesores/as de secundaria, cuya práctica era la primera de su carrera, se pudo observar muy buen dominio matemático en la resolución de los problemas, pero escasas estrategias para que todo el alumnado participara de los momentos de integración y de la articulación entre las habilidades STEM. Desde el punto de vista

metodológico, y a pesar de que en todas las clases realizan trabajo grupal, existe escasa reflexión y diálogo compartido entre el grupo curso en el momento de la institucionalización del conocimiento.

Tomando en consideración que esta metodología STEM puede significar un proceso de innovación de la enseñanza, tanto en los centros escolares como en el diseño e implementación de las prácticas desarrolladas de los/as futuros/as profesores/as, se recomienda, para los procesos de formación inicial docente, considerar lo planteado por Aroza, Godino y Beltran-Pellicer (2016), quienes señalan que las prácticas de enseñanza innovadoras deben ir acompañadas de procesos de investigación y reflexión sistemáticos sobre los distintos factores que condicionan el cambio de las prácticas de enseñanza implementadas. Por tanto, se requiere de un proceso de formación inicial que fortalezca la formación disciplinar y les permita enfrentar el desafío de integrar las áreas del conocimiento en la enseñanza de la matemática escolar (Araya, 2016). Para ello, se surgieron diferentes propuestas que proporcionan métodos que favorecen los procesos de investigación y reflexión sobre los procesos de enseñanza, uno de ellos es la denominada metodología Lesson Study (Fernández y Yoshida, 2004), la que ha sido utilizada con éxito en distintas experiencias de formación inicial y continua de profesores (Aravena, et al., 2011; Estrella, Mena-Lorca y Olfos, 2018).

En base a lo anterior, se puede hacer a lo menos tres interpretaciones: 1) se requiere de un periodo sistemático durante toda su formación para la apropiación, por parte de los/as futuros/as profesores/as, de la metodología STEM y de modelización (Manor y Ben-Zvi, 2017), 2) es importante formar a los profesores para gestionar situaciones contingentes en el aula y 3) simulaciones durante su formación para apropiarse de la metodología STEM y lograr un uso efectivo para abordar situaciones integradoras en sus prácticas tempranas y profesionales.

Respecto a la gestión de clases con perspectiva de género, a diferencia de otros estudios (SERNAM, 2009; Espinoza y Taut, 2016), se destaca que el caso analizado en educación básica no evidencia prácticas segregadoras en la interacción docente-discente. Asimismo, se destaca la conformación de equipos de trabajos mixtos, habiendo más de una mujer en cada uno de ellos, los que estaban establecidos desde el inicio de la unidad, dado que se trabajó con la metodología de aprendizaje basada en proyectos. Esto último, responde a las recomendaciones realizadas en el estudio de Noël, Muñoz, Becerra y Villarroel (2016). En el caso de secundaria, se evidencia momentos, aunque mínimos, de estereotipos de género inconscientes en los/as futuros/as profesores/as no incentivando a las jóvenes en la participación, aunque ellas trataban de hacerlo, sino más bien estableciendo diálogos personalizados con algunos varones sin considerar, además, el grupo curso. En este aspecto coincidimos con diversos estudios citados en Flores (2007) (Edwards, Micheli y Cid, 1993; Sadker y Sadker, 1994, 2000; Brancamonte y Rojas, 1996). Por último, al analizar la variable de género en el plan de clases, es posible destacar la intencionalidad de visibilizar el rol de la mujer en ámbitos en los que generalmente se asocia al trabajo de hombres (Verdejo, 2017).

8.2.2. Importancia de un trabajo matemático mediante la resolución de problemas que integre las disciplinas STEM para atender a la diversidad de género en la formación de profesores/as

Los resultados obtenidos, tanto en el pretest como el posttest, evidencian que un trabajo matemático basado en la resolución de problemas tipo STEM es prometedor para formar profesores/as con habilidades de alto nivel y que integran las disciplinas ayudándoles a potenciar su formación y a cerrar distancia en brechas de género como ocurre en pruebas estandarizadas o pruebas con problemas del ámbito puramente matemático. En efecto, los resultados del pretest, analizados por género, han puesto en evidencia que una formación fragmentada, y con escasa vinculación con las otras áreas del conocimiento no les permite resolver problemas en contextos integradores de las disciplinas.

Tanto los varones como las mujeres, al inicio de la experiencia obtienen bajos porcentajes de logro en todas las habilidades coincidiendo con diversos estudios que evidencian debilidades similares en especial en las etapas del ciclo de modelado como es la Simplificación del problema, ya que no siempre se consideran las condiciones o restricciones iniciales (Ascencio, 2018); los procesos de matematización, (Aravena et. al, 2011), o la validación (Ascencio, 2018; Aravena, 2011). También Blum & Borromeo (2009) ha puesto en evidencia esta dificultad pues la considera preocupante en la formación del alumnado de educación básica, lo que es más aún para los futuros/as profesores/as que serán futuros formadores.

Otra dificultad que se presenta en el alumnado universitario es el indicador análisis y proyección del modelo, puesto que se debe analizar las fortalezas y las debilidades y ver si es posible su generalización (Aravena, 2016). Este hecho, en la formación de profesores/as de matemática, causa real preocupación pues han cursado casi todas las asignaturas de matemática, campo natural para la generalización de situaciones ya sean del mundo propiamente matemático como de otros tipos de problemas. De igual preocupación son las habilidades de comunicar y argumentar donde tanto los varones como las mujeres obtienen logros muy bajos con lo cual se requiere abordar esta habilidad pensando que es una de las que menos se trabaja en la enseñanza (Alsina, 1998) y es fundamental en la educación STEM.

Lo anterior nos lleva a conjeturar que el trabajo matemático en la formación inicial de profesores/as tanto para la educación media como para la educación básica podría estar centrado en procesos de matematización lo que no les permite avanzar en el ciclo de modelado, como es en la validación y verificación y análisis y proyección del modelo, que es donde están las mayores deficiencias. Asimismo, ocurre con las habilidades científicas y tecnológicas, donde tanto los varones como las mujeres obtienen bajos logros al inicio, los que son superados significativamente al final de la experiencia.

Los análisis de resultados confirman que tanto los futuros profesores como las futuras profesoras de matemática han progresado significativamente en todas las habilidades objeto de estudio. En el caso de las habilidades matemáticas ambos han tenido progresos significativos. Lo mismo ocurre

para la habilidades científicas y tecnológicas colocando en evidencia que la metodología seguida ha sido importante para dichos logros.

De interés y preocupación es el caso de las futuras profesoras de básica debido a los bajos logros que presentan en procesos de modelamiento matemático, aunque hay un progreso de las 5 profesoras al final de la experiencia este no es significativo. Lo anterior, permite conjeturar el escaso trabajo matemático con problemas contextualizados e integrados con las otras áreas, agregando un problema anexo que se encuentra finalizada su formación.

8.2.3. Brechas de género en los/as futuros/as profesores/as de matemática

Respecto de las brechas de género, al inicio los análisis de resultados muestran que no existen en ninguna de las habilidades, diferencias significativas, pues ambos géneros se comportan de manera homogénea y con muy bajos logros. En cambio en el postest se puede observar diferencias significativas a favor de las mujeres en las habilidades matemáticas, como son los procesos de modelamiento matemático, específicamente en la simplificación del problema real y la habilidad de comunicar y argumentar, en específico, en someter a prueba procesos y estrategias y en la utilización de medios tecnológicos correspondiente a software, bases de datos, planillas de cálculo, entre otros elementos que utilizaron en el experimento.

Cabe resaltar que en las habilidades en general, tanto los varones como las mujeres, tienen diferencias significativas a favor del postest, lo que nos permite conjeturar que un trabajo matemático basado en la resolución de problemas STEM es prometedor para progresar en la integración de las habilidades, en especial en las futuras profesoras de matemática que han puesto en evidencia, en el focus group, discriminaciones inconscientes de parte de muchos profesores que han tenido durante su formación escolar y universitaria.

Por otro lado, utilizando componentes principales y máquina de soporte vectorial nos da luces para regular la integración en futuras intervenciones, esto es, en el pretest las habilidades científicas y tecnológicas se muestran equidistantes para los varones, mientras que en las mujeres se aprecia una agrupación de estas habilidades. En el postest los varones tienden a agrupar las habilidades matemáticas con las tecnológicas, mientras que en las mujeres se sigue manteniendo la relación, aunque más separadas. Respecto de las habilidades científicas, tanto en los varones como en las mujeres, aunque hay un leve acercamiento en el postest siguen estando alejadas. Se podría conjeturar que un trabajo más sistemático y de mayor tiempo en su formación podría generar un mayor acercamiento de esta habilidad tan necesaria para la educación STEM.

Por último, con los análisis y la discusión de los resultados hemos dado respuesta a cada uno de los objetivos propuestos y en definitiva a las interrogantes de la investigación. Por tanto, apostamos por tipo de metodología STEM y sería de sumo conveniente implementar este tipo de propuestas en otros contextos similares de tal manera de dar mayor validez al estudio apostando además por cambiar las prácticas tradicionales imperantes, salvo excepciones, tanto en el nivel escolar como en la formación de futuros/as profesoras.

8.3. Limitaciones del estudio

- 1) Una de las limitantes fue el tiempo para abordar la propuesta, considerando que no se podía disponer del profesorado en formación hasta el segundo semestre del año 2018, con lo cual se estaba a finales de año con la intervención, obteniéndose los datos a mediados de diciembre del mismo año.
- 2) La falta de computadores en los establecimientos y los horarios restringidos donde los había no fue posible muchas veces contar con ellos para afianzar las habilidades tecnológicas.
- 3) Las distancias de los establecimientos significaron para los futuros/as profesores/as realizar muchos viajes para poder cumplir con las actividades.
- 4) Algunos directivos no aceptaron la intervención con lo cual hubo que cambiar dos establecimientos.

8.4. Proyecciones de estudio

Aunque solo es posible establecer generalizaciones para la Provincia de Talca, sería de sumo conveniente implementar este tipo de propuestas, tanto en otras universidades como en otras regiones, pues pensamos que trabajar a través de la integración de las habilidades en contextos tipo STEM es prometedor para elevar la calidad de los aprendizajes y cambiar los métodos imperantes.

9. CONCLUSIONES PARA LAS POLÍTICAS PÚBLICAS

- 1) Los resultados aportan información para la formación inicial de profesores/as de matemática y de formación general básica donde se requieren cambios sustanciales en la formación inicial para que desde los primeros niveles se trabaje las habilidades mediante la integración tipo STEM. Además, se necesita cambiar las metodologías de aula de tal manera que los/as profesores/as en formación, desde los inicios de la carrera, puedan aprender a formular y reformular problemas de acuerdo con los contextos de los/as estudiantes e integrando las disciplinas. Para ello se hace necesario contar con un perfil de formador/a para realizar las clases de matemática en las distintas pedagogías de tal manera de preparar a los/as futuros/as profesores/as para atender a las y los estudiantes del sistema educativo que presentan habilidades múltiples y que no han sido del todo desarrolladas en contextos integradoras tipo STEM.
- 2) Sería recomendable que el Ministerio de Educación en las licitaciones de los textos de estudio, en especial desde la primera infancia, exigiera a los autores/as visibilizar a la mujer en cada una de las temáticas y en las actividades, colocando además reseñas históricas donde la mujer ha sido protagonista y en los distintos espacios de desarrollo.

3) De sumo interés sería que en las acreditaciones de las carreras de pedagogía se incorpore la revisión y articulación en perspectiva de género como elemento transversal que debiera estar presente en todos los programas de las carreras que forman profesores/as.

4) En la formación de profesores en servicio, en particular para profesores de educación básica y parvularia en servicio, las capacitaciones que se dicten debieran estar enfocadas a articular las disciplinas matemáticas, ciencia y tecnología y a la formulación y reformulación de problemas en contextos integradores tipo STEM, agregando además el arte.

5) También sería importante recomendar a las universidades formadoras de profesores/as enfocar las prácticas pedagógicas tempranas, al diseño de unidades didácticas tipo STEM e implementarlas en las aulas para mejorar la formación integrada tanto de profesores/as como de los/as alumnos/as del sistema educativo escolar.

6) Por último, se recomienda que la evaluación nacional de los/as docentes se enfoque a evaluar problemas en contextos y a desarrollar propuestas STEM.

REFERENCIAS

- Abrantes, P. (1994). O Trabalho de Projecto e a Relação dos Alunos com a Matemática a experiência do Projecto. MAT789. Tesis doctoral. Lisboa, Portugal.
- Aikenhead, G. S. (2003). STS Education: A Rose by Any Other Name. En R. Cross (Ed.), A Vision for Science Education: Responding to the work of Peter J. Fensham, pp. 59-75. New York: Routledge Falmer. Retrieved from: <http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/stsed.htm>.
- Agencia de Calidad de la Educación (2016). Informe nacional, TIMSS 2015. Santiago: Ministerio de Educación de Chile. Recuperado el 06 de febrero de 2018 desde <http://www.agenciaeducacion.cl/estudios/estudios-internacionales/timss/>
- Agencia de Calidad de la Educación (2016). Programa para la evaluación internacional de estudiantes OCDE, PISA 2015. Santiago: Ministerio de Educación de Chile. Recuperado el 06 de febrero de 2018 desde <http://www.agenciaeducacion.cl/estudios/estudios-internacionales/pisa/>
- Agencia de Calidad de la Educación (2013). Informe Nacional de Resultados SIMCE 2012. Santiago: Ministerio de Educación de Chile. Recuperado el 05 de febrero de 2016 desde [https://s3.amazonaws.com/archivos.agenciaeducacion.cl/documentos-web/Informe Tecnico Simce 2012.pdf](https://s3.amazonaws.com/archivos.agenciaeducacion.cl/documentos-web/Informe_Tecnico_Simce_2012.pdf)
- Agencia Ejecutiva en el ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA P9 Eurydice) (2011). Informe REDIE La enseñanza de las ciencias en Europa: políticas nacionales, prácticas e investigación MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE Centro Nacional de Innovación e Investigación Educativa (CNIIE), Agencia Ejecutiva en el ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural, 2011. Recuperado el 15 de octubre de 2016 desde https://sede.educacion.gob.es/publivena/descarga.action?f_codigo_agc=15492_19
- Allen, M., Webb, A. W., & Matthews, C. E. (2016). Adaptive teaching in STEM: Characteristics for effectiveness. Theory Into Practice, 55(3), 217-224. <https://doi.org/10.1080/00405841.2016.1173994>.
- Al Salami, M. K., Makela, C. J., & de Miranda, M. A. (2017). Assessing changes in teachers' attitudes toward interdisciplinary STEM teaching. International Journal of Technology and Design Education, 27(1), 63-88. <https://doi.org/10.1007/s10798-015-9341-0>.
- Alsina, C. (1998). Neither a microscope nor a telescope, just a mathscope. Proceed. ICTMA-1997. Ambitious Science Teaching' website <http://ambitioussciencelearning.org/> (Windschitl et al.). <http://www.bbr-education.com/us-higher-education-guide/es/aprendizaje-experimental/florida-institute-technology/>
- Araya, R. (2016). STEM y Modelamiento Matemático. Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática, 11 (15), 291-317.

- Araya, R. G. (2012). ¿Equidad de género en la enseñanza de las Matemáticas? *Revista Electrónica Educare*, 16(1), 63-78.
- Arellano, J. (2012). *La Divulgación y la Ciencia. Desafíos de la Divulgación Científica: Panel III. Eds. Informe Hacia una institucionalización pública para el desarrollo de la Ciencia en Chile.* Chile: Editorial Valante Ltda.
- Arias, O. (2016). Brecha de género en matemáticas: El sesgo de las pruebas competitivas (evidencia para Chile). Recuperado de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/139157/Brecha-de-genero-en-matematicas-el-sesgo-de-las-pruebas-competitivas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arias, O., Mizala, A. y Meneses, F. (2016). Brecha de Género en Matemáticas: el sesgo de las pruebas competitivas (evidencia para Chile). Reporte técnico. Recuperado de: http://www.ciae.uchile.cl/index.php?page=view_publicaciones&id_publicaciones=644&langSite=es.
- Arnot, M.; David, M. & Weiner, G. (1999). *Closing the Gender Gap: Postwar educational and social change.* Cambridge: Polity Press.
- Aros, N. (2017). Mujer y trabajo: Brecha de género en STEM, la ausencia de mujeres en Ingeniería y Matemáticas. *Comunidad Mujer*, 42. Recuperado de <http://www.comunidadmujer.cl/biblioteca-publicaciones/wp-content/uploads/2017/12/BOLETIN-42-DIC-2017-url-enero-2018.pdf>
- Aroza, C. J., Godino, J. D. y Beltrán-Pellicer, P. (2016). Iniciación a la innovación e investigación educativa mediante el análisis de la idoneidad didáctica de una experiencia de enseñanza sobre proporcionalidad. *AIRES*, 6(6), 1-29.
- Ávalos, B. (2014). *La formación inicial docente en Chile: Tensiones entre políticas de apoyo y control.* Santiago de Chile: Ministerio de Educación.
- Balanskat, A., Blamire, R & Kefala, S. (2006). *The ICT Impact Report. A review of studies of ICT impact on schools in Europe. Report made by European Schoolnet in the framework of the European Commission's ICT cluster.* Retrieved from: <http://ec.europa.eu/education/doc/reports/doc/ictimpact.pdf>.
- Bassanezi, R. & Biembengut, S. (1997). Modelación Matemática: Una antigua forma de investigación-un nuevo método de enseñanza *NÚMEROS*, *Revista de didáctica de las matemáticas* 32, 13-25.
- Batanero, C. (2000). Significado y comprensión de las medidas de posición central. *Uno*, *Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 25, 41-58.
- Beers, S. Z. (2013). 21st Century skills: Preparing students for their future. STEM: Science, technology, engineering, math. Retrieved from: https://www.mheonline.com/mhmymath/pdf/21st_century_skills.pdf.

- Beneitone, P.; Esquetini, C.; González, J.; Maletá, M.; Siufi, G. & Wagenaar, R. (2007). Reflexiones y perspectivas de la educación Superior en América Latina (Informe Final -Proyecto Tuning-América Latina, 2004-2005). Bilbao, España: Universidad de Deusto, Universidad de Groningen.
- Ben-Zvi, D. (2016). Three paradigms in developing students' statistical reasoning. Actas de las Jornadas Nacionales de Educación Matemática. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.
- Biembengut, M. S. (2016). Modelaje Matemático en la Educación Brasileña: Historia de las Ideas e Ideas de las Historias. En J. Arrieta y L. Díaz (Eds.). Investigaciones Latinoamericanas. Barcelona. Gedisa.
- Blomhøj, M. (2009). Different Perspectives in Research on Teaching and Learning Mathematical Modelling. Categorizing the TSG21 Papers. In Blomhøj, M. & S. Carreira, (eds.) (2009). Mathematical applications and modeling in the teaching and learning of mathematics. Proceeding from topic study group 21 at the 11th International congress on Mathematical education in Monterrey, México, July 6-13, 2008. Imfufa, Roskilde University, Denmark: Authors
- Blomhøj, M. (2004). Mathematical Modelling – A Theory for Practice. In B. Clarke et al. (Eds.), International Perspectives on Learning and Teaching Mathematics (pp. 145-159). Göteborg: National Center for Mathematics Education.
- Blotnicky, K., Franz-Odenaal, T., French, F. y Joy, P. (2018). A study of the correlation between STEM career knowledge, mathematics self-efficacy, career interests, and career activities on the likelihood of pursuing a STEM career among middle school students. International Journal of STEM Education, 5, 22-43. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0118-3>.
- Blum, W. (2009). Mathematical Modelling: Can It Be Taught and Learnt? Journal of Mathematical Modelling and Application. N°1: 45-58.
- Borromeo, R. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. Retrieved from: <http://subs.emis.de/journals/ZDM/zdm062a2.pdf>.
- Boyer, C. B. (2007). Historia de la matemática. Madrid: Alianza Editorial.
- Brahimi, T. y Sarirete, A. (2015). Learning outside the classroom through MOOCs. Computers in Human Behavior, 51, 604-609.
- Bravo, D., Falck, D., González, R., Manzi, J., & Peirano, C. (2008). La relación entre la evaluación docente y el rendimiento de los alumnos: Evidencia para el caso de Chile. Santiago.
- Breda, A. y Lima, V.M.R. (2016). Estudio de Caso sobre el Análisis Didáctico. Realizado en un Trabajo Final de un Máster para Profesores de Matemáticas en Servicio.
- Brotman, J. S. & Moore, F. M. (2008). Girls and science: A review of four themes in the science education literature. J. Res. Sci. Teach, 45: 971-1002. <https://doi.org/10.1002/tea.20241>.
- Brown, R., & Redmond, T. (2007). Collective argumentation and modelling mathematics practices outside the classroom. Mathematics: Essential research, essential practice, 1, 163-171.

- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. Arlington, Virginia: National Science Teachers Association.
- Brunner, José Joaquín (2001). "Globalización, educación, revolución tecnológica", *Revista Perspectivas*, Vol. XXXI, N 2, UNESCO-Oficina Internacional de Educación, París, 2001; J. J. Brunner, Chile: Informe e Índice sobre Capacidad Tecnológica, PNUD, Universidad Adolfo Ibáñez, Santiago de Chile, 2001. <http://www.educarchile.cl/medios/20010830120501.pdf>
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. WW Norton & Company.
- Cámara de Diputados de Chile. Comisión de Ciencia y Tecnología. (2012). *Hacia una institucionalización pública para el desarrollo de la Ciencia en Chile*. Chile: Editorial Valante Ltda.
- Castro-Félix, E.& Daniel, H. (2018). The social construction of a Teacher Support Team: an experience of university lecturers' professional development in STEM. *Journal of Education for Teaching*, 44:1, 14-26. <https://doi.org/10.1080/02607476.2018.1422610>
- Cervini, R., & Dari, N. (2009). Género, escuela y logro escolar en matemática y lengua de la educación media: Estudio exploratorio basado en un modelo multinivel bivariado. *Revista mexicana de investigación educativa*, 14(43), 1051-1078.
- Clough, M. P., Berg, C. A., & Olson, J. K. (2009). Promoting effective science teacher education and science teaching: A framework for teacher decision-making. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7, 821–847.
- Colás Bravo, M. P., & Jiménez Cortés, R. (2006). Tipos de conciencia de género del profesorado en los contextos escolares. *Revista de Educación*, 340, 415-444, 415-444.
- Comisión Económica Para América Latina y El Caribe (CEPAL) (2003). *Panorama social de América Latina, 2001-2002*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- Comunidad Mujer (2016). *Resumen Ejecutivo Informe GET, Género, Educación y Trabajo: la brecha persistente. Primer estudio sobre la desigualdad de género en el ciclo de vida. Una revisión de los últimos 25 años*. Chile. Informe GET. Recuperado de <http://www.informeget.cl>.
- Cook, K. y Bush, S. (2018). Design thinking in integrated STEAM learning: Surveying the landscape and exploring exemplars in elementary grades. *School Science and Mathematics*, 118, 93–103 <https://doi.org/10.1111/ssm.12268>.
- Corfo y Fundación Chile. (2017). *Preparando a Chile para una sociedad del conocimiento. Hacia una coalición que impulse la educación STEAM*. Recuperado de http://ww2.educarchile.cl/UserFiles/P0001/Image/portal/documentos/STEM_FCh_digital.pdf
- Czocher, J. (2016). Introducing Modeling Transition Diagrams as a Tool to Connect Mathematical Modeling to Mathematical Thinking. *Mathematical Thinking and Learning*, 18(2), 77-106. <https://doi.org/10.1080/10986065.2016.1148530>.

- Davis, B. (2008). Is 1 a prime number? developing teacher knowledge through concept study. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 14 (2), 86-91.
- Davis, E. A., & Krajcik, J. S. (2005). Designing educative curriculum materials to promote teacher learning. *Educational researcher*, 34(3), 3-14.
- Davydov, V. (1998). *The Concept of Development Teaching*. Journal of Russian and East European Psychology. Sharpe Inc: New York
- De Barbieri, T. (1996). Certezas y malos entendidos sobre la categoría de género. Guzmán, Laura y Pacheco, Gilda. *Estudios Básicos de Derechos Humanos IV*. IIDH. Costa Rica.
- Del Río, M. F.; Strasser, K.; Susperreguy M. (2016). ¿Son las habilidades matemáticas un asunto de Género? Los estereotipos de género acerca de las matemáticas en niños y niñas de kínder, sus familias y educadoras. *Revista Calidad en la Educación* 45, 20-53.
- Duval, R. (2006). Un tema crucial en la educación matemática: La habilidad para cambiar el registro de representación. *La Gaceta de la RSME*, 9(1), 143-168.
- Duval, R. (2003). *Geometry from a cognitive point of view*. En Mammana C. & Villani V. (Eds.). *Perspective on the Teaching of the Geometry for the 21st Century* (pp. 37-51). Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Elwood, J. (1998). *Gender and Performance in the GCE A Level Examination: Gender-Equity and the 'Gold Standard'* Thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy Institute of Education. University of London
- Espinoza, A. M. y Taut, S. (2016). El Rol del Género en las Interacciones Pedagógicas de Aulas de Matemática Chilenas. *Psykhé*, 25(2), 1-18
- Equipping the Next Generation for Active Engagement in Science. Proyecto Engage (2014) <http://EngagingScience.eu>
- Estrada, A., Batanero, C., & Fortuny, J. M. (2003). Actitudes y Estadística en profesores en formación y en ejercicio. In *Actas del 27 Congreso Nacional de Estadística e Investigación Operativa*.
- Estrella, S., Mena-Lorca, A. y Olfos, R. (2018). Lesson Study in Chile: A Very Promising but Still Uncertain Path. In Quaresma M., Winsløw C., Clivaz S., da Ponte J., Ní Shúilleabháin A., Takahashi A. (Eds.). *Mathematics Lesson Study Around the World*. ICME-13 Monographs. Cham: Springer.
- EURIDYCE (2011). Informe REDIE. La Enseñanza de las Ciencias en Europa. Políticas Nacionales, prácticas e investigación.
- Feiman-Nemser, S. (2001). Helping novices learn to teach: Lessons from an exemplary support teacher. *Journal of Teacher Education*, 52, 17-30.
- Fernández, C. y Yoshida, M. (2004). Lesson study: a Japanese approach to improving mathematics teaching and learning. Mahwah, NJ: Erlbaum. <https://doi.org/10.4324/9781410610867>.

- Fernández, F. H. & Duarte, J. E. (2013). El aprendizaje basado en problemas como estrategia para el desarrollo de competencias específicas en estudiantes de ingeniería. *Formación universitaria*, 6(5), 29-38.
- Fiszbein, A., C. Cosentino, y B. Cumsille. (2016). El desafío del desarrollo de habilidades en América Latina: Un diagnóstico de los problemas y soluciones de política pública. Washington, DC: Diálogo Interamericano y Mathematica Policy Research. Recuperado de: <file:///D:/Downloads/SkillsDevChallengeSpanishversion.pdf>
- Flores, B., Raquel (2007). Representaciones de género de profesores y profesoras de matemática, y su incidencia en los resultados académicos de alumnos y alumnas. *Revista Iberoamericana de Educación* 43, 103-118.
- Gamboa, R. (2012). ¿Equidad de género en la enseñanza de las Matemáticas? *Revista Electrónica Educare* 16(1), 63-78. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/1941/194124281007.pdf>
- Ganley, C., George, C., Cimpian, J. & Makowski, M. (2018). Gender Equity in College Majors: Looking Beyond the STEM/Non-STEM Dichotomy for Answers Regarding Female Participation. *American Educational Research Journal*, 55(3), 453-487. <https://doi.org/10.3102/0002831217740221>.
- Garriz, A. (2006). Naturaleza de la ciencia e indagación: cuestiones fundamentales para la educación científica del ciudadano. *Revista iberoamericana de educación*, 42(5).
- Gender Differences in Educational Outcomes: Study on the Measures Taken and the Current Situation in Europe (2010). Education, Audiovisual and Culture Executive Agency. Recuperado el 20 de septiembre de 2016 desde <http://www.eurydice.org>
- Gil Pérez, D., Macedo, B., Martínez Torregrosa, J., Sifredo Barrios, C., Valdés, P., & Vilches Peña, A. (2005). ¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años.
- Giménez, J. (1997). *Evaluación en Matemáticas. Una Integración de Perspectivas*. Editorial Síntesis S.A. Madrid, España.
- Gipps, C. V., & Murphy, P. (1994). *A fair test? Assessment, achievement and equity*. Open University Press.
- Goldhaber, D., Gratz, T., & Theobald, R. (2017). What's in a teacher test? Assessing the relationship between teacher licensure test scores and student STEM achievement and course-taking. *Economics of Education Review*, 61, 112-129. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2017.09.002>.
- Gobierno de Chile- Agencia de la Calidad de la Educación (2017). Resultados SIMCE 2016. Recuperado en septiembre de 2017 desde <http://www.agenciaeducacion.cl/estudios/investigacion/>

- Gobierno de Chile, Agencia de la Calidad de la Educación (2016). "PISA 2015, Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes OCDE". Recuperado el 15 de abril de 2016 desde http://archivos.agenciaeducacion.cl/Resultados_PISA2015.pdf.
- Gobierno de Chile- Agencia de la Calidad de la Educación (2016). "TIMSS 2015, Resultados". Recuperado el 15 de mayo de 2017 desde http://archivos.agenciaeducacion.cl/Resultados_TIMSS_2015.pdf.
- Gobierno de Chile- Agencia de la Calidad de la Educación (2016). Resultados SIMCE 2015. En <http://www.agenciaeducacion.cl/estudios/investigacion/> (consulta 25 de septiembre de 2016)
- Gobierno de Chile, Agencia Calidad de la Educación (2014). Informe nacional resultados Chile PISA 2012, Santiago: Ministerio de Educación. Recuperado el 25 de marzo de 2016 desde https://s3.amazonaws.com/archivos.agenciaeducacion.cl/documentos-web/Estudios+Internacionales/PISA/Informe_Nacional_Resultados_Chile_PISA_2012.pdf
- Gobierno de Chile. (1994-2000). Informe Estrategias de Desarrollo Sector Educación.
- Gobierno de Chile. (2020). Informe Estrategias de Desarrollo Regional.
- Gobierno de España-Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (MECD) (2014). "PISA 2012, Programa para la evaluación internacional de los alumnos, Resultados y contexto OCDE", en <http://www.mecd.gob.es/dctm/inee/internacional/pisa2012/pisa2012.pdf?documentId=0901e72b8195d643> (consulta: 15 de marzo de 2015).
- Godino, J. D., Bencomo, D., Font, V., y Wilhelmi, M. R. (2006). Análisis y valoración de la idoneidad didáctica de procesos de estudio de las matemáticas. *Paradigma*, 27 (2), 221-252.
- Gómez, J. (2007). La matemática reflejo de la realidad. La modelización matemática como herramienta para la enseñanza/aprendizaje de las matemáticas. Federación Española de Profesores de Matemática (FESPM). Badajoz. España.
- Gómez-Chacón, I. M. y Planchart, E. (2005). Educación Matemática y Formación de profesores. Propuesta para Europa y Latinoamérica. Universidad de Deusto. Bilbao: Autores.
- González Weil, Corina, Martínez Larraín, María Teresa, Martínez Galaz, Carolina, Cuevas Solís, Karen, & Muñoz Concha, Liber. (2009). La educación científica como apoyo a la movilidad social: desafíos en torno al rol del profesor secundario en la implementación de la indagación científica como enfoque pedagógico. *Estudios pedagógicos* 35(1), 63-78. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052009000100004>.
- Harris, A., & de Bruin, L. R. (2018). Secondary school creativity, teacher practice and STEAM education: An international study. *Journal of Educational Change*, 19(2), 153-179. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s10833-017-9311-2>.
- Hill, H. C., Blunk, M. L., Charalambous, C. Y., Lewis, J. M., Phelps, G. C., Sleep, L., y Ball, D. L. (2008). Mathematical Knowledge for Teaching and the Mathematical Quality of Instruction: An Exploratory Study. *Cognition and Instruction*, 26 (4), 430-511.

- Inda-Caro, M., Rodríguez-Menéndez, M. D. C., & Peña-Calvo, J. V. (2010). PISA 2006: la influencia del género en los conocimientos y competencias científicas. *Revista Iberoamericana de Educación*, 51(2), 1-12.
- Jiménez, R. (2003). Diferencias de género en el desempeño matemático de estudiantes de secundaria. *Educación Matemática*, 15, N°2, pp. 129-161.
- Jorba, J; Casellas, E. (1997). *La regulación y la autorregulación de los aprendizajes*. Madrid: Síntesis.
- Jorba, J. y San Martí N. (1996) *Enseñar, aprender y evaluar. Propuesta Didáctica para las ciencias de la naturaleza y matemática*. Barcelona: Ministerio de Educación y Cultura.
- Karahan, E., Canbazoglu-Bilici, S., & Unal, A. (2015). Integration of Media Design Processes in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education. *Eurasian Journal of Educational Research*, 60, 221-240.
- Kauertz, A., Newmann, K. & Hearting, H. (2012). Competence in science education. En Fraser, et. al (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (711-721). London: Springer.
- Kitchen, J. A., Sonnert, G., & Sadler, P. M. (2018). The impact of college-and university-run high school summer programs on students' end of high school STEM career aspirations. *Science Education*, 102(3), 529-547. Recuperado de <https://doi.org/10.1002/sce.21332>.
- Kivunja, C. (2015). Teaching students to learn and to work well with 21st century skills: Unpacking the career and life skills domain of the new learning paradigm. *International Journal of Higher Education*, 4(1), 1-11. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.5430/ijhe.v4n1p1>.
- Kline, M. (2012). *El Pensamiento Matemático de la Antigüedad a nuestros días* (Jesús Hernández, Juan Tarrés, Alfonso Casal, Carlos Fernández, Mariano Martínez, Traductores.). Madrid: Alianza Editorial.
- Lamas, M. (1986). La antropología feminista y la categoría género. *Nueva antropología*, VIII, N° 30, 173-198. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15903009>
- Latorre M. (2004). Aportes para el análisis de las racionalidades presentes en las prácticas pedagógicas. *Estudios pedagógicos* (30), 75-91.
- Lavy, V. & Sand, E. (2015). On the origins of gender human capital gaps: Short and long term consequences of teachers' stereotypical biases (No. w20909). National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w20909>.
- Leontiev, A. (1987). *Actividad, conciencia y personalidad*. Buenos Aires: Ciencias del Hombre.
- Maaß, K. (2006). What are modelling competencies? *ZDM*, Vol. 38, pp. 113-142. Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/0303/d30d25016a810887169b23259d7aa83683d1.pdf>.

- Macedo, B. (2006). Habilidades para la vida: contribución desde la educación científica en el marco de la Década de la educación para el desarrollo sostenible. *Revista Educación*, 119, 2-7.
- Manor, H. y Ben-Zvi, D. (2017). Students' emergent articulations of statistical models and modeling in making informal statistical inferences. *Statistics Education Research Journal*, 16(2), 116-143
- Markarian R. (2000). "¿Por qué los matemáticos estudiamos el Caos"? *Cubo Matemática Educacional*. Temuco: Universidad de la Frontera.
- Martínez, Carazo, y Piedad, Cristina (2006). El método de estudio de caso: estrategia metodológica de la investigación científica. *Pensamiento & Gestión*, 165-193.
- Martínez, H. (2009). La integración de las tecnologías de la información y comunicación en instituciones educativas, en R. Carneiro, J. C. Toscano y T. Díaz (coords.), *Los desafíos de las TIC para el cambio educativo*. Madrid: OEI.
- Martínez, M. V. & Pedemonte, B. (2014). Relationship between inductive arithmetic argumentation and deductive algebraic proof. *Educational studies in mathematics*, 86(1), 125-149. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s10649-013-9530-2>.
- Mason, J. (2002). *Researching your own practice: the discipline of noticing*. London, England: Routledge-Falmer.
- Matos, J. F.; Blum, W.; Houston, S. K.; Carrera, S. P. (1996). (Ed.) *Modelling and mathematics education*. Chichester: Horwood Publishing.
- Mella, O. (2006). Factores que afectan los resultados de la escuela pública chilena. REICE. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 4(1), 29-37.
- Miles, M. B. & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: an expanded sourcebook* (2ª ed.). Thousand Oaks: Sage Publication.
- Michaluk, L., Stoiko, R., Stewart, G. y Stewart, J. (2017). Beliefs and Attitudes about Science and Mathematics in Pre-Service Elementary Teachers, STEM, and Non-STEM Majors in Undergraduate Physics Courses. *J Sci Educ Technol*, 27, 99–113.
- Milgram, D. (2011). How to recruit women and girls to the science, technology, engineering, and math (STEM) classroom. *Technology and Engineering Teacher*, 71(3), 4-8.
- Millar, R. y Osborne, J. (eds.) (1998). *Beyond 2000. Science education for the future*. Londres: King's College.
- Ministerio de Educación (2013). *Matriz de Habilidades TIC para el Aprendizaje*. Santiago de Chile: Ministerio de Educación.
- Ministerio de Educación (2013). *Contextualización de la enseñanza en Chile Resultados de la encuesta internacional TALIS 2013*, OCDE. Santiago: Ministerio de Educación de Chile.

Recuperado el 06 de febrero de 2018 desde <https://centroestudios.mineduc.cl/publicaciones-ce/libros-y-revistas/>

Ministerio de Educación (2013). Matriz de Habilidades TIC para el Aprendizaje. Santiago de Chile: Ministerio de Educación.

Ministerio de Educación, Centro de Estudios (2012). Análisis de la educación escolar desde la perspectiva de género. Santiago, Chile.

Ministerio de Educación (2012). Guías Didácticas para la Articulación de los Ejes Curriculares de Números, Álgebra, Geometría. Asignatura: Matemática 1° a 4° año de Educación Media.

Ministerio de Educación (2012a). Bases Curriculares de la Educación Básica- Ciencias naturales. Santiago de Chile: Ministerio de Educación.

Ministerio de Educación (2012b). Bases Curriculares de la Educación Básica- Matemática. Santiago de Chile: Ministerio de Educación.

Ministerio de Educación (2009). Currículum: Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios, Actualización Curricular 2009. Santiago: Unidad de Currículum.

National Council of Teachers of Mathematics. (2014). Principles to actions: Ensuring mathematics success for all. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Navarro y Förster (2012). Nivel de alfabetización científica y actitudes hacia la ciencia en estudiantes de secundaria: comparaciones por sexo y nivel socioeconómico Pensamiento Educativo. Revista de Investigación Educativa Latinoamericana 2012, 49(1), 1-17

Niss, M. (2011). The Danish KOM project and possible consequences for teacher education. Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática. Año 6. Número 9, 13-24. Costa Rica.

Niss, M. (1989). Aims and scope of applications and modeling in mathematics curricula. En: W. Blum et al. (Eds.): Applications and modeling in learning and teaching mathematics (22-31). Chichester: Ellis Horwood.

Noel, R., Muñoz, R., Becerra, C., & Villarroel, R. (2016). Developing competencies for software requirements analysis through project-based learning. 2016 35th International Conference of the Chilean Computer Science Society (SCCC). doi:10.1109/sccc.2016.7836008

OCDE (2004). Informe Revisión de Políticas nacionales de educación. Chile. Recuperado de <http://www.scribd.com/doc/19341515/OCDE-Informe-Chile-2004>

OCDE (2007). The programme for international student assessment (PISA). Recuperado el 15 de marzo de 2012 de www.oecd.org/dataoecd/15/13/39725224.pdf

OEI (2008). Metas Educativas 2021: la educación que queremos para la generación de los Bicentenarios. Madrid: OEI.

- OCDE y BIRD/Banco Mundial (2009). La Educación Superior en Chile. Revisión de Políticas Nacionales de Educación. Recuperado de: http://www.oecd-ilibrary.org/education/la-educacion-superior-en-chile_9789264054189-es
- OCDE (2009). La educación superior en Chile. Revisión de políticas nacionales de educación. Recuperado de http://www.oecd-ilibrary.org/education/la-educacion-superior-en-chile_9789264054189-es
- OEI (1999). Declaración sobre la ciencia y el saber científico. Conferencia mundial sobre la ciencia. 1 de Julio de 1999. Recuperado el 15 de abril de 2016 desde http://www.unesco.org/science/wcs/esp/declaracion_s.htm
- OIE. Avanza la divulgación de la ciencia en América Latina, pero debe ser más crítica y regionalizada. Recuperado desde <http://www.oei.es/divulgacioncientifica/reportajes162.htm>
- Olaz, F. (1997). Autoeficacia, diferencias de género y comportamiento vocacional. Revista electrónica de Motivación y Emoción, 6(13), 86-92.
- Orey, D. C., & Rosa, M. (2018). Developing a mathematical modelling course in a virtual learning environment. ZDM, 50(1-2), 173-185. Recuperado desde <https://doi.org/10.1007/s11858-018-0930-8>.
- Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI). Memoria 2016. Recuperado desde <https://www.oei.es>.
- Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI) (2010). "2021Metas educativas. La educación que queremos para la generación de los Bicentenarios". Madrid España.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico y Banco Mundial (OCDE y BIRD) (2009). La Educación Superior en Chile, Revisión de Políticas Nacionales de Educación. Recuperado el 15 de marzo de 2012 desde http://www.oecd-ilibrary.org/education/la-educacion-superior-en-chile_9789264054189-es
- Osborne, J. (2007). Science Education for the Twenty First Century. Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education 3(3), 173-184.
- Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. International journal of science education, 25(9), 1049-1079. Recuperado de <https://doi.org/10.1080/0950069032000032199>.
- Pasha-Zaidi, N., & Afari, E. (2016). Gender in STEM education: An exploratory study of student perceptions of math and science instructors in the United Arab Emirates. International Journal of Science and Mathematics Education, 14(7), 1215-1231. <https://doi.org/10.1007/s10763-015-9656-z>.

- Plasman, J. S., & Gottfried, M. A. (2018). Applied STEM coursework, high school dropout rates, and students with learning disabilities. *Educational policy*, 32(5), 664-696. Recuperado desde <https://doi.org/10.1177/0895904816673738>.
- Plattner, H. (Ed.) (2010). *d.school bootcamp bootleg*. Institute of Design at Stanford. Recuperado desde <http://dschool.stanford.edu/wp-content/uploads/2011/03/BootcampBootleg>
- PISA (2006). *The Programme for International Student Assessment*. Recuperado desde <http://www.pisa.oecd.org/dataoecd/15/13/39725224.pdf>
- PISA (2009). *Resumen de resultados*. Santiago de Chile: Unidad de Curriculum y Evaluación. Ministerio de Educación de Chile. Recuperado de http://www.educacion2020.cl/sites/default/files/resumen_resultados_pisa_2009_chile.pdf
- PISA (2012). *Programa internacional de evaluación de estudiantes. Resultados de Chile*. Santiago de Chile: Gobierno de Chile. Recuperado de <http://www.agenciaeducacion.cl/wp-content/uploads/2013/04/PISA-Programa-Internacional-de-Evaluación-de-Estudiantes.pdf>
- PISA (2015). *¿Cómo Evalúa Pisa la competencia Científica?* Recuperado desde <http://educalab.es/documents/10180/18220/pisa-in-focus-n66.pdf/afe27362-7dee-465c-b5df-1f25456c90ac>
- Rasmussen, C., Stephan, M., & Allen, K. (2004). Classroom mathematical practices and gesturing. *The Journal of Mathematical Behavior*, 23(3), 301-323. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2004.06.003>.
- Rebolledo, L. (2014). Aportes de los estudios de género a las ciencias sociales. *Antropologías del Sur*, 1(1), 65-80.
- Rebollo Catalán, M. Á., Piedra de la Cuadra, J., Sala, A., Sabuco Canto, A., Saavedra Macías, F. J., & Bascón Díaz, M. J. (2012). La equidad de género en educación. Análisis y descripción de buenas prácticas educativas. *Revista de Educación*, 358, 129-152.
- Ritz, J. M., & Fan, S. C. (2015). STEM and technology education: International state-of-the-art. *International Journal of Technology and Design Education*, 25(4), 429-451. <https://doi.org/10.1007/s10798-014-9290-z>.
- 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. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00112.x>
- Rodríguez, M. (2011). La matemática y su relación con las ciencias como recurso pedagógico. *Números*. *Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 77, 35-49
- Rodríguez Menéndez, M., & Peña Calvo, J. (2005). Identidad de género y contexto escolar: una revisión de modelos. *Revista Española de Investigaciones Sociológicas (REIS)*, 112(1), 165-194.

- Ruiz, Z., Barrantes, H. & Gamboa, R. (2009). Encrucijada en la enseñanza de la matemática: la formación de educadores. Costa Rica: Tecnológica.
- Sadker, D. (2000). Gender equity: Still knocking on the classroom door. *Equity & Excellence in Education*, 33(1), 80-83.
- Sadker, M. & Sadker, D. (1994). *Failing at fairness: How America's schools cheat girls*. New York: Charles Scribner's Sons.
- Sadker, M., & Sadker, D. (2010). *Failing at fairness: How America's schools cheat girls*. Simon and Schuster.
- Saltzman, J. (1992). *Equidad y género: una teoría integrada de estabilidad y cambio* (Vol. 8). Universitat de València.
- Sanhueza, S.; Friz M. y Quintriqueo, S. (2017). Triangulación de métodos como propuesta para el estudio de competencias comunicativas interculturales en contextos de inmigración e interculturalidad. *Revista ANDAMIOS*. En prensa.
- Sanhueza, Susan; Penalva, María Carmen y FRIZ, Miguel (2013). Identidades y competencias profesionales de estudiantes para maestro de educación infantil relativas a la enseñanza de la geometría. *Relime* [online], vol. 16,1 pp. 99-122. Recuperado desde <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-24362013000100005&lng=es&nrm=iso>. ISSN 2007-6819.
- Sepúlveda, M. & Manquepillán, M. (2017). Brecha de género en el Sistema Único de Admisión a la educación superior. Documento de trabajo N° 2. Recuperado de <https://centroestudios.mineduc.cl/wp-content/uploads/sites/100/2017/06/DctoTrabajo2-Genero.pdf>)
- SERNAM. (2009). *Análisis de género en el aula* (Documento de trabajo N°117). Santiago, Chile: SERNAM.
- Serrano, R. (2016). El futuro del trabajo y la tecnología: Investigación prospectiva en el marco del proyecto Millenium. *Hermes: pentsamendu eta historia aldizkaria= revista de pensamiento e historia*, (53), 60-66.
- SIMCE (2003). *Prueba SIMCE 2° Medio 2003. Análisis de Resultados*. Recuperado el 20 de septiembre de 2006 de http://www.biblioteca.mineduc.cl/documento/Informe_2_Medio_2003.pdf
- SIMCE (2006). *Resultados Nacionales SIMCE*. Recuperado el 10 de junio de 2008 de http://www.simce.cl/fileadmin/Documentos_y_archivos_SIMCE/informe_resultados/Infome_nacional.pdf
- SIMCE (2010). *Resultados Nacionales SIMCE*. Recuperado el 15 de noviembre de 2011, de http://www.agenciaeducacion.cl/wpcontent/files_mf/informenacionalderesultadossimce2010247mb.pdf

- Scott, C. (2015). El futuro del aprendizaje 2 ¿Qué tipo de aprendizaje se necesita en el siglo XXI? Investigación y prospectiva en educación [documentos de trabajo, UNESCO]. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002429/242996s.pdf>
- Sjøberg, Svein & Schreiner, Camilla (2008). Concerns for the environment. Data from ROSE (The Relevance of Science Education).
- Sjøbeg, S., & Schreiner, C. (2005). How do learners in different cultures relate to science and technology? Results and perspectives from the project ROSE. *Asia Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 6(2), 1-16.
- Sol, M., Giménez, J. y Rosich, N. (2011). Trayectorias modelizadoras en la ESO. *Modelling in Science Education and Learning*, 4, 329-343.
- Solar, H. y Deulofeu, J. (2016). Condiciones para promover el desarrollo de la competencia de argumentación en el aula de matemáticas. *Bolema*, 30(56), 1092–1112. <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v30n56a13>
- Stillman, G. (2012). Applications and modelling research in secondary classrooms: what have we learnt? 12 th International Congress on Mathematical Education. COEX, Seoul, Korea.
- Stoet, G., & Geary, D. C. (2018). The gender-equality paradox in science, technology, engineering, and mathematics education. *Psychological science*, 29(4), 581-593. <https://doi.org/10.1177/0956797617741719>
- TIMSS (2003). Highlights from the Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS). Recuperado el 10 de junio de 2008 de <http://www.nces.ed.gov/pubs2005/2005005.pdf>
- Toulmin, S. (2003). *The uses of argument*. Reino Unido, Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Trigueros, G. (2009). El uso de la modelación en la enseñanza de las matemáticas. *Innovación Educativa*, 9 (46), 75-87.
- Vázquez, A., & Manassero, M. A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 274-292.
- Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2017). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 274-292. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2008.v5.i3.03
- Verdejo, A. (2017). *Mujeres matemáticas: las grandes desconocidas*. Vigo, España: Universidad de Vigo.
- Villa Ochoa, J. A.; Ruiz Vahos, H. M. (2009). Modelación en educación matemática: una mirada desde los lineamientos y estándares curriculares colombianos. *Revista Virtual Universidad*

Católica del Norte, () 1-21. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=194215432007>

Villalta M; Martinic S. & Guzmán M. (2011). Elementos de la interacción didáctica en la sala de clase que contribuyen al aprendizaje en contexto social vulnerable. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 16 (51), 1137-1158

Weber, K., & Alcock, L. (2005). Using Warranted Implications to Understand and Validate Proofs. For *the Learning of Mathematics*, 25(1), 34-51. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/40248484>

William, D. (2000). "Assessment: social justice and social consequences: review essay". *British Educational Research Journal*, 26 (5), 661-663.

Wood, R. (1987). Assessment and equal opportunities [Public lecture]. University of London, Institute of Education.

Yakman, G. (2013). STEAM Education Program Description. Recuperado de <http://www.steamedu.com/STEAMprogramDescription2013.pdf>.

Yserte, R. G. & Pineda, O. M. (2017). Tecnología, empleo y educación: la trilogía de un futuro incierto. In *Educación y políticas públicas en México e Iberoamérica: contexto y tendencias* (412-432). Servicio de Publicaciones.
