



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ESTUDIO DE LAS PREGUNTAS MATEMÁTICAS HECHAS POR PROFESORES Y
PROFESORAS EN LA SALA DE CLASES COMO HERRAMIENTA PARA
CARACTERIZAR LA ENSEÑANZA EN EDUCACIÓN SUPERIOR TÉCNICO
PROFESIONAL

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

FRANCISCO ANTONIO SUÁREZ SALAS

PROFESOR GUÍA:
SERGIO CELIS GUZMÁN

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
CARLOS CASTRO GONZÁLEZ
PATRICIO FELMER AICHELE

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el proyecto Fondecyt Iniciación 11160656

SANTIAGO DE CHILE
2019

RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR
AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL
POR: FRANCISCO ANTONIO SUÁREZ SALAS
FECHA: 2019
PROF. GUÍA: SERGIO CELIS GUZMÁN

ESTUDIO DE LAS PREGUNTAS MATEMÁTICAS HECHAS POR PROFESORES Y
PROFESORAS EN LA SALA DE CLASES COMO HERRAMIENTA PARA
CARACTERIZAR LA ENSEÑANZA EN EDUCACIÓN SUPERIOR TÉCNICO
PROFESIONAL

La educación superior técnico profesional (ESTP) es de suma importancia para Chile, no solo por su tamaño, también por su tremendo potencial para activar la economía nacional y transformar la trayectoria profesional de sus estudiantes. Por esto, no sorprende la notoriedad que ha ganado este sector durante los últimos años, la cual se ha traducido en una serie de reformas. A pesar de esta relevancia, no se han realizado esfuerzos para caracterizar y comprender los procesos de enseñanza y aprendizaje que se llevan a cabo en las salas de clase de este tipo de instituciones. Esta falta de evidencia es grave, pues no es posible explicar los resultados de una institución educacional sin tener en consideración quiénes son sus profesores y cómo realizan su labor. Más aun, no se cuenta con herramientas para enfrentar las problemáticas de este sector, por ejemplo, los elevados niveles de deserción de sus estudiantes.

La evidencia internacional indica que la educación matemática es un factor determinante para explicar los resultados de este tipo de instituciones, lo cual resulta lógico al considerar los programas que concentran la matrícula de la ESTP. Con esto en consideración, este trabajo se propone caracterizar la enseñanza de matemática de un grupo de profesores de la ESTP, para contribuir a la toma de decisiones de profesores, directivos de instituciones y hacedores de política pública educacional. Para esto, se utiliza de una metodología de análisis cualitativo, basada en un marco conceptual que reúne elementos de diferentes investigaciones de educación matemática a nivel internacional, y que indaga en el nivel de profundidad cognitiva de las preguntas que los profesores hacen a los estudiantes en el aula y en las oportunidades que estas generan para que los estudiantes se involucren con el contenido de la clase. Estos elementos son fundamentales para la transición hacia un enfoque de aprendizaje activo, elemento protagonista en las reformas educacionales a nivel global.

Los resultados obtenidos indican una escasez de oportunidades para que los estudiantes de la ESTP se involucren con contenido matemático de mayor complejidad, lo cual podría influenciar negativamente su competencia como profesionales. A partir de los resultados, se señalan vertientes de acción e investigación, relacionadas con el quehacer de los docentes y su vinculación con las instituciones, que estas pueden abordar para potenciar la labor de los profesores y profesoras y finalmente mejorar los resultados de aprendizaje de sus estudiantes.

Agradecimientos

Me gustaría agradecer a mi familia, por su apoyo incondicional.

A Sergio, por su confianza y sagacidad.

A Francisca, por su complicidad y cariño.

A mis amigos y amigas, por su afecto y compañía.

A quienes dedican la vida a crear y enseñar, por ser inspiración y guía en el camino.

Tabla de Contenido

Introducción	1
1. Marco conceptual	8
1.1. Enseñanza e interacciones	8
1.2. Uso de preguntas	10
1.3. Tiempo de espera y oportunidades de participación	13
1.4. Otras consideraciones en el uso de preguntas	14
1.5. Influencia del contexto institucional en la enseñanza de matemática de la ESTP	16
1.5.1. Características generales de los docentes	16
1.5.2. Tensiones vinculadas a la influencia del contexto institucional	17
2. Metodología	19
2.1. Contexto de la investigación	19
2.1.1. Instituciones participantes	20
2.1.2. Docentes participantes	21
2.2. Recopilación de datos	21
2.3. Marco analítico	23
2.4. Análisis de la confiabilidad de las codificaciones	25
2.5. Prueba de independencia	29
3. Resultados	30
3.1. Características generales de las clases observadas	30
3.2. Uso de preguntas	32
3.2.1. Tipo de pregunta según el nivel cognitivo	32
3.2.2. Oportunidades de participación	36
4. Discusión	38
4.1. Discusión de los resultados	38
4.2. Discusión metodológica	44
4.3. Recomendaciones	47
Conclusión	49
Bibliografía	52
A. Protocolo de entrevista inicial	58

Índice de Tablas

2.1. Docentes participantes de la investigación y algunas de sus características. . .	21
2.2. Temáticas abarcadas en las clases observadas durante la investigación.	22
2.3. Descripción y ejemplos de la codificación usada para el análisis del tipo de pregunta.	27
2.4. Descripción de la codificación de oportunidades de participación.	27
3.1. Comparación entre la duración formal de las clases observadas, y la duración observada en promedio.	31
3.2. Cantidad de preguntas analizadas por docente y proporción de preguntas por minuto.	32
3.3. Detalle del uso de preguntas de Abel.	34
3.4. Detalle del uso de preguntas de Esteban.	34
3.5. Detalle del uso de preguntas de Estefanía.	35
3.6. Oportunidades de participación por tipo de pregunta y docente.	36

Índice de Ilustraciones

2.1. Árbol de casos con la categorización usada para destilar las preguntas matemáticas y determinar su profundidad cognitiva.	26
2.2. Árbol de casos con la categorización usada para determinar la generación de oportunidades de participación.	26
3.1. Proporción de preguntas matemáticas y no matemáticas del total de preguntas.	33
3.2. Composición porcentual de las preguntas matemáticas hechas por cada docente.	35

Introducción

Históricamente, el sistema chileno de educación ha sido sometido a ciclos reformistas que responden a un proyecto político específico, en lugar de pertenecer a una estrategia de largo plazo que sea coherente con las necesidades del país. En este contexto, la educación técnico profesional (ETP) no ha sido excepción, viéndose siempre atada al ir y venir político, en lugar de ser reconocida como una opción fundamental para el desarrollo profesional y social de la ciudadanía. De todas formas, la ETP ha logrado consolidarse como un tema relevante en la agenda pública a nivel nacional, cobrando especial relevancia durante la última década. Actualmente, el Ministerio de Educación reconoce la importancia de la ETP, identificándola como una alternativa que busca: *promover la movilidad social, disminuir la segregación territorial y desarrollar trayectorias laborales acorde a las capacidades de jóvenes, trabajadoras y trabajadores* (Mineduc, 2015).

La ETP ha tenido un creciente protagonismo en el sistema de educación superior de Chile. Esto se ha manifestado en diferentes reformas. Una de ellas, es la creación de 15 Centros de Formación Técnica del Estado, con el objetivo de contribuir al desarrollo económico de las diferentes regiones del país, reforma promulgada en 2016 (Mineduc, 2016). Asimismo, a principios de 2018 se anunció la implementación de gratuidad arancelaria para una parte importante de la matrícula de la ESTP, involucrando costos que alcanzarían los 310 mil millones de pesos y que seguirán creciendo a medida que aumente la cobertura (Gobierno de Chile, 2018). Estas iniciativas ponen en evidencia el creciente interés político por reconocer a este sector como un motor para el desarrollo del país que no debe ser desconocido ni postergado.

La ESTP en Chile es impartida en 46 Centros de Formación Técnica (CFT) y 40 Institutos Profesionales (IP). Estas instituciones ofrecen programas de formación técnica y profesional, siendo la duración mínima de estos 4 y 8 semestres, respectivamente. La principal diferencia con las universidades, es que estas tienen la facultad de entregar grados académicos, los cuales son requeridos para la obtención de ciertos títulos profesionales, como el de médico, abogado o ingeniero civil. La ESTP representa una parte importante del sistema de educación superior en términos de tamaño. En 2018, sus estudiantes conformaron el 43 % de la matrícula total de pregrado la cual asciende a 1 millón y 200 mil inscritos (SIES, 2018a). Más aún, de los

más de 300 mil estudiantes matriculados en primer año durante 2018 en el sistema, un 54 % corresponde a programas de ESTP. Si bien el segmento universitario es mayor en términos de matrícula total, este ha tenido un crecimiento del 37 % en el período 2007-2017, el cual es moderado en comparación con la ESTP, la cual ha crecido un 142 % en el mismo lapso de tiempo. Este crecimiento de la matrícula es fundamental para explicar el aumento en el acceso a la educación superior que ha ocurrido en Chile durante los últimos 20 años (Paredes, 2018).

Además de su gran tamaño, una de las principales características del sistema es su elevada concentración, pues existen 4 instituciones que representan más del 67 % de la matrícula total de la ESTP (SIES, 2018a). Estas instituciones poseen una gran cantidad de sedes a lo largo de todo el territorio nacional, por lo que la estandarización de las carreras y de la educación ofrecida es un elemento clave para su servicio. En cuanto a las áreas profesionales estudiadas, predomina la de tecnología seguida por la de administración y comercio, las cuales representan un 33 % y un 28 % de la matrícula, respectivamente. En particular, algunas de los programas más recurrentes en este tipo de instituciones son prevención de riesgos, administración de empresas, mecánica automotriz, enfermería, auditoría y contaduría, entre otras. También es importante considerar que este sistema es casi en su totalidad privado, salvo por los 2 CFT del Estado inaugurados en 2018, cuya matrícula es menor al 0.1 % del total.

En Chile, también existe una matrícula importante de ETP secundaria, la cual compone cerca de un 40 % de los estudiantes de los últimos dos niveles de educación escolar (Agencia de Calidad de la Educación, 2016). La vinculación entre esta la ETP secundaria y terciaria es escasa y requiere aún de mayor definición (Paredes, 2018), especialmente pues los estudiantes de ETP media tienen menores tasas de ingreso, permanencia y acceso a financiamiento o becas en la educación superior que los estudiantes de educación media científico-humanista. (Farías and Sevilla, 2015), siendo especialmente vulnerables a desertar de la educación superior aquellos estudiantes de ETP secundaria que cambian de disciplina en la educación terciaria.

El contexto socioeconómico de los estudiantes de la ESTP es crucial para entender su realidad, puesto que una parte importante de estos proviene de los quintiles de menor ingreso (Ministerio de Desarrollo Social, 2016). Esta composición es diferente en las universidades, donde estos estudiantes se encuentran en menor proporción. Una de las principales explicaciones para esta segregación es la admisión mediante la Prueba de Selección Universitaria (PSU), instrumento utilizado por gran parte de las universidades para seleccionar a sus postulantes, exigiéndoles un nivel mínimo de resultados. La evidencia que se ha recabado durante los años de aplicación de esta prueba, indica que esta reproduce las desigualdades ya existentes en el sistema, generando diferencias considerables en los resultados obtenidos según el nivel socioeconómico de quienes la rinden (Contreras et al., 2007; Muñoz y Arredondo, 2013). También se ha mostrado que incluso la decisión de postular al sistema universitario se vería influenciada por los resultados en esta prueba (Canales, 2016). Por consiguiente, al replicar las desigualdades existente en el sistema, la PSU no da suficiente mérito al esfuerzo ni al talento de los estudiantes más desfavorecidos económicamente. La ESTP representa precisa-

mente la otra cara de la moneda en educación superior: en su mayoría, sus instituciones no exigen la rendición de esta prueba o lo hacen sin aplicar un puntaje mínimo de admisión. De esta forma, muchas de estas instituciones reciben a estudiantes que han sido segregados del circuito universitario pero que no se rinden en la persecución de estudios superiores. Sin embargo, no todos los estudiantes de la ESTP han sido relegados del sistema universitario. Para muchos, la ESTP es la mejor opción pues permite una rápida inserción en el mercado laboral, en comparación con las universidades.

A pesar de recibir a un segmento más desaventajado que las universidades, los CFT e IP cumplen un rol determinante en la transformación de la trayectoria de vida de sus estudiantes. En concreto, quienes completan su formación perciben beneficios en términos de salarios y empleabilidad. Por ejemplo, en los países de la OCDE, los graduados de carreras técnicas de corta duración, presentan ganancias en términos de ingreso que varían entre un 10 % y 20 % con respecto a quienes solo completan la educación secundaria (OECD, 2014). En nuestro país, las carreras más rentables de la ESTP incluso pueden alcanzar el promedio de los programas universitarios (Sevilla, 2012). Puesto en términos simples, una buena elección de carrera en la ESTP chilena puede terminar siendo igual o incluso, más rentable que muchas carreras universitarias. Además, cabe destacar que en países como Finlandia, Alemania o Singapur, este tipo de instituciones son un pilar imprescindible para el desarrollo de la economía, alcanzando un alto reconocimiento en términos de calidad (Paredes, 2018).

Con lo anterior en consideración, no cabe duda de la importancia que tiene este sector ni de su potencial para contribuir al desarrollo económico del país. Por esta razón, no sorprende que la ESTP haya sido parte importante del debate nacional con respecto al sistema de educación superior, el cual terminó produciendo importantes reformas. Si bien el debate y las políticas públicas que apunten al fortalecimiento de este sistema son siempre bienvenidos, no todo el proceso ha ocurrido de forma ideal. Hasta la fecha, gran parte de la discusión sobre la ESTP presenta un enfoque de política pública, estrechamente ligado a una visión macroeconómica. Sin embargo, la economía política y la gestión pública no tienen todas las herramientas para enfrentar los desafíos actuales de este sistema. Como en toda institución educacional, los resultados de los CFT e IP son producidos por los procesos de enseñanza y aprendizaje que en ellos se llevan a cabo. Lamentablemente, la evidencia sobre lo que ocurre en las salas de clases de la ESTP, en particular, quiénes son sus profesores y sus estudiantes, cómo estos enseñan y aprenden, es bastante escasa, sino nula. El debate sobre este sistema se ha dado sin la información suficiente, y por ende, un amplio espacio de posibilidades de mejora ha estado siendo desperdiciado.

Ahora bien, la discusión sobre la ESTP sigue teniendo vigencia, pues este sistema sufre aún de profundos problemas. Uno de ellos, es la interrumpida trayectoria educativa de sus estudiantes. Los CFT e IP presentan niveles de retención de primer año notablemente menores que las universidades. Por cada 100 estudiantes que accedieron al sistema universitario en la cohorte de 2016, 89 se mantuvieron en la educación terciaria para el año siguiente, mientras que solo 74 de cada 100 lo hicieron en la ESTP (SIES, 2018b). Vale decir, de cada cuatro estudiantes que ingresa a un CFT o IP, al menos uno abandona la educación superior defini-

tivamente. Si se tienen en consideración las características socioeconómicas de quienes optan por este tipo de educación, este hecho toma mayor relevancia, pues para muchos podría estar en juego una oportunidad única en la que disponen una importante cantidad de recursos. Por este motivo, urge el mejoramiento de la retención en la ESTP. Lamentablemente, al día de hoy existe escaso conocimiento sobre los factores que producen estos niveles de deserción. Además, dado que estas instituciones son mayoritariamente privadas, no es directo para el Estado indagar e identificar los elementos que producen este tipo de resultados.

La escasa evidencia existente confirma la necesidad de investigar estas instituciones desde una perspectiva educacional aplicada (Paredes, 2018). Un estudio concerniente al efecto de la educación superior técnico profesional de nivel secundario en el acceso y retención en la ESTP, sugiere que la preparación de los estudiantes en lenguaje y matemática se asocia a una mayor persistencia en este tipo de instituciones (Farías y Sevilla, 2015). Este resultado concuerda con los hallazgos presentados en la literatura internacional, los cuales indican que el desempeño en matemática es uno de los principales factores académicos determinantes en la decisión de abandonar los estudios de educación superior (Attewell et al., 2006; Bahr, 2010). Si bien no se dispone de información oficial sobre qué cantidad de estudiantes recibe cursos de matemática en la ESTP, las carreras y áreas de estudio predominantes permiten asumir que esta sería una cantidad considerable, al tratarse en su mayoría de disciplinas STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemática, por sus iniciales en inglés), en las cuales la matemática es una disciplina central¹. Para muchos de estos estudiantes, los cursos iniciales de matemática pasan a ser una barrera de entrada, pues su aprobación es obligatoria para acceder a asignaturas superiores requeridas para completar sus planes de estudios. A pesar de todo lo anterior, hasta la fecha no existe investigación a nivel nacional sobre la enseñanza de matemática en este tipo de instituciones.

Ningún sistema educacional es mejor que sus profesores. Por este motivo, cualquier discusión sobre educación debe tener a los docentes como protagonistas. Con respecto a los profesores y profesoras de matemática de la ESTP, una investigación reciente muestra que el contexto institucional en que se desempeñan estos profesionales suele dificultar su labor (Droguett, 2018). Muchos de estos docentes se encuentran con condiciones contractuales inestables o enfrentan otras limitaciones que obstaculizan su quehacer, como restricciones al uso de tiempo, recursos y al trabajo asociativo entre colegas. Además, en este trabajo se pone en énfasis cómo la labor de estos docentes es diferente a la universitaria, pues debe atender requerimientos estudiantiles que exceden lo académico y que pueden ser incluso afectivos o emocionales. A pesar de lo anterior, estos profesores destacan por su compromiso y vocación de enseñanza. El profundo impacto que pueden llegar a tener los profesores en sus estudiantes ha sido puesto en evidencia en repetidas ocasiones por investigación proveniente de diferentes áreas (Laursen et al., 2014; Rockoff, 2004). Por esta razón, entender cómo enseñan estos profesores, y en particular, cómo su enseñanza se ve afectada por el contexto institucional y social de este sistema es de suma importancia para caracterizar la ESTP y comprender sus resultados.

¹Estimaciones realizadas en el proyecto de investigación en que se enmarca este trabajo, sugieren que el porcentaje de estudiantes que cursa algún curso introductorio de matemática podría llegar a ser un 75 % del total.

Si bien ignoramos cómo son las clases de matemática en la ESTP, la evidencia internacional puede darnos una buena aproximación. En Estados Unidos, se ha encontrado que en contextos similares a los CFT e IP, el tipo de clases que predomina es la exposición interactiva (*interactive lecture*, en inglés). En estas, los profesores presentan el contenido y hacen preguntas para asegurar que la exposición está siendo seguida, mientras los estudiantes toman nota y son ocasionalmente animados a hacer preguntas (Mesa y AI@CC Research Group, 2017). La información disponible actualmente no sugiere que la situación sea diferente en las aulas de matemática de la ESTP chilena. Esta situación contrasta notablemente con la gran cantidad de evidencia que promueve la transición desde la exposición hacia otras metodologías que fomenten la participación de los estudiantes y su involucramiento con el contenido, puesto que producen mejoras en el aprendizaje de las disciplinas STEM (Nehm, 2014; Freeman et al., 2014). Por ejemplo, en Estados Unidos, un reciente estudio levantó información de más de 2 mil salas de clases en 26 instituciones diferentes con el objetivo de caracterizar las clases de las disciplinas STEM en educación superior y determinar el grado de adopción de estas metodologías de aprendizaje activo (Stains et al., 2018). En este país, la evidencia recolectada ha sido acompañada de política pública que ha tenido como misión apoyar la adopción de estrategias centradas en el estudiante en la educación STEM de nivel terciario. Por el otro lado, en Chile, no han ocurrido reformas ni llamados que promuevan la enseñanza centrada en los estudiantes o metodologías de aprendizaje activo y, como se expuso anteriormente, tampoco hay conocimiento sobre la incidencia de este tipo de metodologías en las instituciones de educación superior.

Teniendo en consideración el contexto de la ESTP, es mayor aun la urgencia de estudiar el tipo de metodologías utilizadas en la enseñanza de matemática. Al verse instrumentalizada como un filtro de permanencia en este tipo instituciones, la forma en que los profesores enseñan y lo que los estudiantes terminan aprendiendo puede resultar negativamente afectado. Cuando se enseña y estudia la matemática de forma superficial, simplemente porque es una asignatura obligatoria de un plan de estudios, se arriesga la pérdida de una oportunidad importante de ejercitar la reflexión, el pensamiento creativo y la argumentación; habilidades trascendentales para la economía del siglo XXI que pueden llegar a ser decisivas para profesionales cuyas labores son amenazadas por la creciente automatización de tareas técnicas. Más aun, si se tiene en consideración que la ESTP suele ser tomada como una opción de educación terminal, es clave que en ella se produzcan habilidades y saberes que permitan una adaptación a los nuevos contextos tecnológicos y económicos (Paredes, 2018). En este sentido, el desarrollo del pensamiento matemático mediante metodologías de aprendizaje activo resulta fundamental para que la ESTP produzca un verdadero efecto en la formación de capital humano en nuestro país.

A pesar de ser un discurso recurrente, no es fácil definir lo que se espera de una clase que pasa desde la exposición a ser una clase centrada en el estudiante. Más aun, el mismo término *exposición*² ha sido objeto de críticas por no contar con una definición estándar que permita un análisis consistente a través de la amplia cantidad de evidencia que aboga por la

²Se usará el término *exposición* o *clase expositiva* en este trabajo como traducción del vocablo anglosajón *lecture*. Este denota la metodología de enseñanza en la cual la exposición oral de un profesor es predominante.

evolución desde este tipo de clases hacia otras metodologías (Hora, 2014). Por el otro lado, existe una diversa cantidad de prácticas consideradas como centradas en el estudiante que han mostrado tener un impacto positivo en el aprendizaje, por lo que en un principio bastaría con diseñar política pública que apunte a promover este tipo de metodologías. Sin embargo, en el caso de la ESTP no resulta tan fácil, pues no todas estas prácticas están presentes en sus salas de clase, e implementar algunas de ellas implicaría mayores cambios institucionales o curriculares. Si verdaderamente se busca generar evidencia sobre la enseñanza de matemática en la ESTP que permita generar intervenciones efectivas en el corto plazo, con enfoque en el uso de metodologías centradas en el estudiante, será indispensable estudiar alguna actividad que esté presente actualmente.

Una práctica que cumple con estas condiciones es el uso de preguntas por parte de profesores y profesoras en las salas de clases. Durante una clase expositiva, las preguntas suelen ocurrir frecuentemente y son utilizadas por los docentes como un apoyo en su disertación (Mesa y Lande, 2014). El uso de preguntas ha sido objeto de estudio de la investigación en educación durante décadas y es reconocido por expertos de diversas disciplinas como una herramienta para promover el involucramiento de los estudiantes con el contenido y finalmente, el aprendizaje (Mesa y Lande, 2014; Cruce et al., 2006; Larson y Lovelace, 2013; Nystrand et al., 2003). Esto hace que el uso de preguntas sea una herramienta a la cual los profesores pueden recurrir fácilmente (o al menos, más fácilmente que otras metodologías) para llevar a cabo una enseñanza centrada en el estudiante y promover un aprendizaje activo. A pesar de la ingente literatura que lo concierne, el uso de preguntas no ha perdido interés para la investigación sobre la enseñanza de matemática durante la última década. Por ejemplo, caracterizaciones del uso de preguntas en el aula se han usado en los últimos años para contrastar la descripción de un que un grupo de docentes hace sobre su propia enseñanza con sus prácticas en la sala de la clase (Mesa et al., 2014), así como para entender las oportunidades de participación que son presentadas a los estudiantes en clases de matemática avanzada (Paoletti et al., 2018). En suma, el estudio de las preguntas hechas por los profesores es una herramienta que, al indagar en una práctica cotidiana, puede ser utilizada para caracterizar la enseñanza de matemática en la ESTP al indicar cómo son las oportunidades presentadas a los estudiantes para involucrarse activamente con el contenido matemático, y de paso explorar en la calidad de ese contenido, en un espacio de clase donde el profesor y su exposición suelen tener el protagonismo. Esta oportunidad además, tiene la ventaja de permitir intervenciones de desarrollo profesional para estos profesores, con un costo comparativamente bajo para las instituciones.

En definitiva, el sistema de ESTP del país es víctima de un desconocimiento sobre lo que ocurre en sus salas de clases. En particular, es muy poco lo que se sabe sobre la enseñanza de matemática que se lleva a cabo en los CFT e IP, a pesar de ser innegable la importancia que esta puede tener en la trayectoria educativa y profesional de los estudiantes. Lo anterior es de gran relevancia, especialmente considerando la enorme cantidad de recursos que se destinarán a la ESTP, en términos de gratuidad arancelaria y creación de nuevas instituciones del Estado, en los próximos años. Estos recursos pueden verse malgastados si las reformas no apuntan también a transformar los procesos de enseñanza que se llevan a cabo en estas instituciones. La situación nacional contrasta notablemente con otros países, en los cuales las reformas a la

educación son sujeto constante de un debate en el que la investigación en educación cumple un rol fundamental al proveer bases sólidas sobre las cuales implementar política pública. Este proyecto busca aportar con este tipo de evidencia, ayudando a caracterizar la compleja labor de enseñar en este sistema, estudiando el uso de preguntas hechas por los docentes en las salas de clases como una aproximación para entender las oportunidades que el estudiante tiene para participar y apropiarse de la matemática como disciplina. Se espera que sus resultados contribuyan al debate actual sobre la ESTP y sirvan como precursores de futuras investigaciones que permitan orientar política pública, cambios curriculares e institucionales y programas de desarrollo profesional. Además, se aspira a que los resultados aporten a la labor de los y las docentes, al invitarlos a reflexionar sobre su práctica y profundizar en ella, y por consiguiente, ayudarlos a hacer que los y las estudiantes aprendan más y mejor.

Objetivos

Objetivo general

Caracterizar la enseñanza de matemática de un grupo de profesores de educación superior técnico profesional, a través del estudio de las preguntas hechas a los estudiantes en la sala de clases, para contribuir a la toma de decisiones de profesores, directivos de instituciones y hacedores de política pública educacional.

Objetivos específicos

1. Clasificar el tipo de preguntas hechas por un grupo de profesores de matemática en educación superior técnico profesional, de acuerdo con el nivel cognitivo demandado a sus estudiantes.
2. Caracterizar las oportunidades de participación brindadas por un grupo de profesores de educación superior técnico profesional a sus estudiantes, estudiando el tiempo de respuesta otorgado para responder preguntas.

Capítulo 1

Marco conceptual

Este trabajo se basa en conceptos utilizados en la literatura de investigación en educación, con foco la educación superior y educación matemática. En primer lugar, se definirá el concepto de enseñanza en el que se enmarcará el análisis. Posteriormente, se revisarán los conceptos relacionados al uso de preguntas en la sala de clases para informar el diseño de la metodología utilizada y finalmente, se revisará la evidencia sobre la influencia del contexto institucional de la ESTP chilena en la labor de los profesores de matemática.

1.1. Enseñanza e interacciones

Se habla mucho sobre educación, en los medios de comunicación y en los hogares. Cada persona que ha pasado por el sistema educacional tiene algo que decir sobre cómo debemos enseñar a las futuras generaciones, tomando como referencia su experiencia personal. Esta multiplicidad de discursos es importante e enriquecedora para el debate, no obstante, a la hora de recabar evidencia sólida y útil para orientar cambios, es imprescindible estudiar la enseñanza desde una conceptualización que enmarque la investigación. Para este trabajo, será especialmente relevante el modelo conceptual propuesto por Cohen, Raudenbush y Ball (2003).

En este modelo se propone entender la enseñanza como el trabajo compartido entre profesores y estudiantes realizado sobre un contenido, dentro de un entorno y extendido a través de un espacio de tiempo. Mantener este tipo de visión resultará esencial para no pasar por alto la complejidad existente en las salas de clases. Esta conceptualización se distancia del

paradigma que busca explicar la enseñanza como una serie de recursos que causan directamente un resultado: el aprendizaje. Este último tipo de entendimiento pareciera predominar en el debate actual sobre educación superior en Chile, pues se discute bastante sobre los recursos que serán dispuestos en el sistema, pero no sobre lo que ocurre en las salas de clases: sobre cómo se enseñará y cómo aprenderán los estudiantes y en definitiva, sobre cómo estos recursos entraran en juego para producir más y mejor aprendizaje. Por el otro lado, el modelo de Cohen et al. (2003) postula que no basta con agregar recursos al sistema y observar sus resultados, puesto que los efectos de estos recursos dependen de su uso y, por lo tanto, modelarlos requiere una teoría sobre la enseñanza.

Este enfoque permitirá centrarse en los agentes que participan en el aula y sus interacciones, reconociendo que la enseñanza y el aprendizaje ocurren todo el tiempo, incluso cuando no lo parece. El objetivo de este enfoque conceptual es que los hallazgos, tanto naturales como experimentales, recabados por la investigación en educación ofrezcan evidencia sólida sobre los efectos de la enseñanza en los estudiantes. Dada esta importancia, resulta indispensable señalar lo que se entenderá por contenido. En este caso, el contenido lo conformarán los conocimientos y habilidades que los profesores, las instituciones o la sociedad consideran apropiados para ser aprendidos por los estudiantes (Mesa y Lande, 2014). En particular, el contenido en cuestión será la matemática que forma parte de los currículos de las instituciones de la ESTP. Esta perspectiva hará especialmente relevante estudiar las preguntas que hacen los profesores en el aula, al ser un componente fundamental de las interacciones matemáticas que se llevan a cabo en las clases en este tipo de instituciones.

Con respecto a las interacciones entre profesores y estudiantes en el aula, la investigación en educación matemática provee una gran cantidad de evidencia sobre la importancia que estas tienen para configurar la enseñanza y aprendizaje que en ellas ocurre. Este tipo de investigaciones propone que el aprender matemáticas se relaciona con aprender un tipo específico de discurso, que tiene sus propias normas, diferentes a las de otras disciplinas (Sfard, 2001; Yackel y Cobb, 1996). De esta forma, para explicar los fenómenos que ocurren en la sala de clases resulta indispensable poner el foco en la forma en que profesores y estudiantes comunican la matemática. En particular, para caracterizar la enseñanza en esta investigación será de especial interés atender a lo que los docentes dicen y hacen en la sala de clases. Investigaciones en esta línea han mostrado que, en clases en que los profesores logran desafiar intelectualmente a sus estudiantes, estos obtienen mejores resultados en matemáticas que en aquellas que no (Kunter y Voss, 2013). La medida del desafío intelectual se estima mediante el potencial de activación cognitiva que se da en las clases, determinado en gran medida por las actividades seleccionadas para la clase y la discusión y argumentación en la implementación de estas, especialmente si se motiva a los estudiantes a examinar la validez de sus soluciones o buscar alternativas de solución. Como se verá en la sección siguiente, el uso de preguntas suele aparecer como una práctica docente que puede generar este tipo de desafío intelectual para los estudiantes, especialmente cuando se dirige a indagar la justificación que un estudiante encuentra para una solución. Este tipo de preguntas estimula a que un estudiante reexamine su respuesta y le permite encontrar mejores justificaciones, explicaciones o generalizaciones, contribuyendo a promover un rol más activo del estudiante en su aprendizaje y la construcción de una sala de clases más participativa y propensa a

seguir aprendiendo (Martino y Maher, 1999).

1.2. Uso de preguntas

La importancia del uso de preguntas en la enseñanza ha sido reconocida por educadores e investigadores durante décadas. Ya en los años 60, por ejemplo, un trabajo señala que los profesores son *hacedores profesionales de preguntas*, destacando que las preguntas son una de las principales herramientas de los docentes para estimular la reflexión y el aprendizaje en el estudiante (Aschner, 1961). Este tipo de investigaciones sentaron las bases de lo que hoy se sabe sobre el uso de preguntas en el aula, preocupándose de aspectos como la categorización, clasificación, y caracterización de las preguntas hechas por los docentes (Gall, 1970). Gran parte de los hallazgos de estas investigaciones no han perdido vigencia en las salas de clases al día de hoy. Por ejemplo, al igual que hace décadas, la exposición con preguntas ocupa una parte importante del tiempo de clases y la mayoría de estas preguntas se caracteriza por requerir recordar hechos o procedimientos más que invitar a reflexionar sobre un tema en cuestión. Esto contrasta con la gran cantidad de evidencia que señala que las preguntas de nivel intelectual superior contribuyen al entendimiento de los estudiantes (Boaler y Brodie, 2004) y que el uso de preguntas fácticas, que requieren simplemente recordar un hecho o procedimiento, limita el involucramiento del estudiante y no promueve una comprensión robusta del contenido (Stein et al., 2007).

Es justo mencionar que los diferentes tipos de pregunta cumplen distintos roles para definir la naturaleza y el flujo de la clase; al fin y al cabo, solo tienen sentido como parte de la exposición de los profesores. Por esta razón, no sería correcto esperar que las preguntas hechas por los docentes apunten exclusivamente a promover una reflexión profunda por parte del estudiante. Esto no es lo que se busca al estudiar el uso de preguntas. El objetivo de este tipo de análisis es comprender cómo su uso puede generar oportunidades para que los estudiantes se desarrollen cognitivamente, para que aprendan más y mejor, y cómo estas oportunidades pueden verse obstaculizadas por prácticas que, nunca con mala intención, realizan los docentes.

En esta línea, durante la última década se han realizado investigaciones en educación superior para estudiar el uso de preguntas de acuerdo con su nivel cognitivo y su relación con el contenido. Dos trabajos serán especialmente informativos para este ensayo. En el primero, realizado por Paoletti et al. (2018), se estudia el uso de preguntas en clases de matemática avanzada en un contexto universitario. El segundo, es un trabajo de Mesa y Lande (2014), quienes investigan el uso de preguntas en *community colleges*, considerando su profundidad cognitiva.

En Paoletti et al. (2018) se analizan las estrategias en el uso de preguntas de 11 profesores en cursos avanzados de matemáticas de nivel universitario. El objetivo de este trabajo es determinar hasta qué punto los instructores proveen oportunidades de participación a los estudiantes para que estos produzcan contenido y razonamiento matemático durante la clase. La importancia de las preguntas en este tipo de cursos viene dada principalmente por su naturaleza de clase expositiva, en las cuales el protagonismo de los docentes limita las oportunidades del estudiante para involucrarse activamente con el contenido. En particular, estas oportunidades son fundamentales para el desarrollo de las competencias matemáticas que se espera que los estudiantes adquieran en este tipo de cursos.

A pesar de ser un contexto diferente, los resultados documentados son consistentes con los hallazgos de la investigación en educación matemática escolar. Se encontró que los profesores hacen una gran cantidad de preguntas matemáticas, no obstante, estas no generan oportunidades de participación para los estudiantes. Los profesores analizados hacen una importante proporción de preguntas fácticas, requieren recordar un hecho, o procedimentales, que requieren aplicar un procedimiento. Además, se encontró que solo un 40% de las preguntas hechas a la clase terminan siendo respondidas. A pesar de ser cursos de matemática avanzada, en los cuales se esperaría que se fomente una reflexión profunda sobre el contenido, con muy poca frecuencia se observó a profesores haciendo preguntas que buscaran este tipo de contribuciones, así como tampoco se encontraron preguntas que invitaran a un pensamiento crítico o creativo. A fin de cuentas, los autores concluyen que si bien los profesores hacen muchas preguntas, estas no generan oportunidades de participación para que los estudiantes contribuyan con contenido matemático. El concepto de oportunidad de participación también será estudiado en la presente investigación y será abordado en la sección siguiente.

Mesa y Lande (2014) estudian el uso de preguntas en cursos iniciales de trigonometría dictados en *community colleges*. Este es un tipo de institución de educación superior existente en Estados Unidos, que ofrece generalmente programas bianuales del tipo académico y también técnico profesional. Algunas de sus características hacen a estas instituciones similares al contexto de la ESTP en Chile: típicamente no seleccionan a sus postulantes, ofrecen programas diurnos y vespertinos que pueden complementarse con el trabajo a tiempo completo y su matrícula se acerca a la mitad del total en el sistema de educación superior (Mesa y Lande, 2014). Además, la evidencia indica que una parte importante de estos estudiantes recibe cursos de matemática, en los cuáles la metodología principal es la clase expositiva. Las autoras proponen que en este contexto, estudiar el uso de preguntas permite caracterizar la complejidad de las interacciones que ocurren en la sala de clases, la cual es muchas veces ignorada por esquemas analíticos que agrupan una gran diversidad de actividades bajo etiquetas como *exposición*, o *exposición con preguntas* pero que no profundizan en la pluralidad de actividades que ocurren dentro de estas. La misma reflexión puede hacerse al momento de hablar de la ESTP. Sería bastante directo levantar evidencia que utilizara categorías de este tipo para describir las clases de matemática que se imparten en estas instituciones. Con una alta probabilidad, se encontraría que predomina la exposición como metodología de clases. No obstante, este tipo de etiquetas tienen un limitado aporte a la hora de entender efectivamente qué es lo que ocurre en la sala de clase y cómo esto produce o deja de producir resultados. En

esta investigación, se propone que para cambiar la forma en que los estudiantes se involucran con la matemática y aumentar las oportunidades que tienen para aprender esta disciplina, se necesita una mejor caracterización de la complejidad de las interacciones que ocurren en este tipo específico de contexto.

Con lo anterior en consideración, Mesa y Lande (2014) realizan una clasificación de las preguntas que busca examinar las interacciones entre los docentes, los estudiantes y el contenido. En particular, se estudia cómo las preguntas pueden ser oportunidades creadas por los docentes para involucrar a los estudiantes en una actividad matemática auténtica, que vaya más allá de la recordación o repetición de procedimientos. Esta clasificación tiene como base la experiencia de la literatura en educación que evidencia que las preguntas de naturaleza cognitiva profunda son ventajosas para el aprendizaje, para definir dos tipos de preguntas¹:

- **Preguntas rutinarias.** Las preguntas rutinarias son aquellas cuya respuesta se espera que sea conocida por los estudiantes o bien, que estos sean capaces de encontrarla mediante algún procedimiento otorgado en clases, recientemente o en el pasado.
- **Preguntas auténticas.** Este tipo de pregunta se caracteriza por que no se espera que los estudiantes conozcan la respuesta o el procedimiento para encontrarla. Las preguntas auténticas consideran aquellas que requieren explicar conexiones que tienen nuevas ideas matemáticas entre sí o con aplicaciones del mundo real, aquellas que exigen comprender algo que no ha sido previamente discutido en clases o las que indagan en las ideas del estudiante sobre una nueva noción matemática, entre otras.

Es importante señalar que para realizar esta clasificación se consideran también las respuestas de los estudiantes y el contenido de las actividades planteadas: las preguntas no se estudian en el vacío, sino en el contexto en el que ocurren. Esto es relevante pues se encuentra alineado con la conceptualización de la enseñanza propuesta por Cohen et al. (2003), distanciándose del paradigma proceso-producto (Carlsen, 1991), según el cuál las preguntas auténticas podrían ser un mero recurso para producir aprendizaje. Por el contrario, esta categorización permite estudiarlas considerando la complejidad de la clase, teniendo en cuenta a docentes, estudiantes y al contenido. De esta forma, cambiar la manera en que los profesores preguntan, *ceteris paribus*, no producirá efectos si estas no interactúan adecuadamente con los estudiantes y el contenido.

En su análisis de las 385 preguntas hechas en 7 sesiones por 5 docentes distintos, las autoras reportan que la proporción de preguntas auténticas es en promedio un 30 % del total de las preguntas matemáticas. Además, solo el 20 % del total de preguntas matemáticas es respondida por los estudiantes o bien estos disponen de una ventana de tiempo suficiente para contestarlas. De esta forma, los profesores, aun haciendo preguntas que son demandantes cognitivamente, limitan la participación de los estudiantes al darles suficiente tiempo para responder al entregar la respuesta ellos mismos. En conclusión, esta investigación muestra que

¹Traducción del inglés: *routine and authentic questions*.

existe un patrón consistente en el uso de preguntas: se exige poca profundidad matemática al predominar las preguntas rutinarias y una interrupción frecuente del proceso de pensamiento de los estudiantes al abandonar una parte importante de las preguntas realizadas.

1.3. Tiempo de espera y oportunidades de participación

En relación con el uso de preguntas en clases, el **tiempo de espera**, entendido como el tiempo que los docentes dejan a los estudiantes para pensar y responder una pregunta antes de seguir hablando, ha sido extensamente estudiado. Existe acuerdo general de que mayores tiempos de espera promueven la participación, contribuyen al diálogo en la clase y mejoran el logro de los estudiantes (Tobin, 1986). En particular, al aumentar los tiempos de espera por sobre los 3 segundos se ha logrado producir cambios importantes en las dinámicas del aula en términos de participación, dando más espacio a los estudiantes y cambiando la orientación de las preguntas de los profesores desde un enfoque rutinario hacia uno más profundo. Más recientemente, en un estudio sobre profesores destacados en *community colleges* también se mostró que tiempos de espera menores a 3 segundos suprimen las oportunidades de participación para los estudiantes (Mesa, 2010).

Las investigaciones revisadas en la sección anterior también incorporan el tiempo de espera en sus conceptualizaciones. En Paoletti et al. (2018). se utiliza el tiempo de espera para operacionalizar el concepto de **oportunidad de participación** con respecto a las preguntas que hacen los profesores. En particular, se define que una pregunta es una oportunidad de participación si los estudiantes la responden o bien el profesor proveyó a la clase de al menos 3 segundos de tiempo de espera. En esta investigación se encontró que en promedio, cerca de la mitad de las preguntas hechas resultaban ser una oportunidad de participación, mientras que la otra mitad no era respondida por los estudiantes ya que quien retomaba la palabra era el mismo profesor. Mesa y Lande (2014), utilizan una metodología análoga, definiendo como preguntas matemáticas **abortadas** aquellas que no obtuvieron respuesta por parte de los estudiantes, ya sea porque los profesores no dieron suficiente tiempo de espera para responder, o porque decidieron parafrasear o responder su propia la pregunta. En este trabajo se encontró que el 33% de las preguntas auténticas eran abortadas, mientras que solo un 26% de las preguntas rutinarias lo era. Esta diferencia pasó las pruebas de significancia estadística, por lo que se señala que los docentes eran más propensos a abortar una pregunta de mayor profundidad cognitiva que una que no.

Es necesario aclarar que, al igual que el nivel cognitivo de las preguntas, el tiempo de espera no es un simple recurso que se puede modificar directamente para incrementar los resultados aprendizaje. Existen varias limitaciones que permiten cuestionar los efectos atribuidos a aumentar los tiempos de espera otorgado por los profesores. Varias de estas limitaciones son señaladas por Carlsen (1991). Por ejemplo, el tiempo de espera podría no ser una medi-

da adecuada del tiempo que efectivamente tienen los estudiantes para reflexionar sobre una pregunta, al cual se atribuyen normalmente los efectos de aumentar el tiempo de espera. Por otro lado la causalidad del aumento en los tiempos de espera con los cambios en las dinámicas de la sala de clase también es cuestionable, puesto que, sugerir a los docentes aumentar el tiempo de espera podría simplemente tener el efecto hacerles adecuar el ritmo de la clase a sus estudiantes, modificando de esta forma las estructuras de participación y no simplemente por el hecho de dar más tiempo para responder las preguntas. Por último, también se señala que el protagonismo de los profesores en la enseñanza, a pesar de generar esquemas desbalanceados de participación, suele ser necesario para el cumplimiento del currículum y para mantener el flujo de la clase en un nivel eficiente. De alguna forma, los estudiantes no pueden siempre tener la palabra. En definitiva, nuevamente se observa que los efectos de aumentar los tiempos de espera podrían no ser directos, por lo cual es importante recordar que este es un recurso deberá ser estudiado en el contexto de las interacciones entre los participantes de la clase y el contenido, y no de manera aislada.

1.4. Otras consideraciones en el uso de preguntas

Aun considerando la gran cantidad de evidencia que aboga por un aumento en el uso de preguntas de nivel cognitivo superior y de un incremento en los tiempos de espera para que los estudiantes tengan oportunidades efectivas de reflexionar sobre el contenido, llevar el cambio a la sala de clases no es fácil. En esta sección, se revisarán algunas investigaciones cuyos resultados serán de utilidad para este trabajo.

A pesar de la reconocida importancia del uso efectivo de las preguntas en la enseñanza de matemáticas, poco se sabe sobre cómo este forma parte de los programas de formación de profesores. Una investigación de Moyer y Milewicz (2002) examinó las estrategias de uso de preguntas de profesores y profesoras en formación, durante entrevistas orientadas a evaluar los conocimientos matemáticos de estudiantes de educación escolar, a través del uso de preguntas elaboradas en base a un protocolo sugerido. Se encontró que, si bien algunos profesores en formación utilizan las preguntas para indagar en el conocimiento y el pensamiento del estudiante, otros lo hacen con dificultad, utilizando las preguntas como guía sin profundizar en las respuestas dadas o bien, simplemente renunciando a usar preguntas para dedicarse directamente a exponer conocimientos al estudiante. Cuando estos resultados y los registros de las entrevistas fueron presentados a los docentes, estos demostraron ser capaces de reconocer y reflexionar sobre las estrategias efectivas de uso de preguntas. Este último hallazgo es relevante puesto que, en suma, el resultado del estudio del uso de preguntas debe ser capaz de hacer que los docentes reflexionen y puedan implementar acciones sobre su práctica.

Como se mencionó en la introducción, las tendencias actuales en educación superior buscan

promover metodologías de enseñanza centradas en los estudiantes, en las que los docentes cedan parte del protagonismo y quienes se educan puedan apropiarse de su propio aprendizaje. Examinar las estrategias de uso de preguntas por parte de los docentes puede ser un herramienta muy informativa a la hora de caracterizar los enfoques de enseñanza, como proponen Mesa et al. (2014). En este trabajo, los autores contrastan la forma en que un grupo de docentes de *community colleges* describe su forma de enseñar, con un análisis de sus clases, estudiando la forma en que contextualizan la matemática en el aula y el nivel cognitivo de las preguntas usadas. Si bien se encontró una asociación entre la descripción que los docentes hacen sobre su enseñanza y la forma en que contextualizan la matemática en la sala de clases, no fue así con el uso de preguntas. Es decir, aunque los profesores hablen de su enseñanza como centrada en el estudiante, esto no se ve necesariamente reflejado en un uso más frecuente de preguntas de mayor nivel cognitivo, a pesar de la importancia de este tipo de preguntas para producir oportunidades de realizar matemática auténtica en la sala de clases. Dicho sea de paso, en promedio, 80 % de las preguntas matemáticas utilizadas por estos profesores eran rutinarias. Este resultado justifica el enfoque de esta investigación. Si bien es importante entender y escuchar como los profesores conciben su forma de enseñar, es indispensable contrastar esta información con lo que se dice y hace en la sala de clase. En particular, en este trabajo se podrá contrastar entre lo que los profesores dicen sobre su clase en entrevistas iniciales con su uso de preguntas en el aula.

Al menos en Estados Unidos, el llamado a utilizar estrategias de enseñanza centradas en el estudiante y en particular, a aprovechar el uso de preguntas como herramienta para promover la argumentación matemática pareciera no permear las prácticas de las profesores en la sala de clase, a pesar de su vigencia y relevancia (NGA y CCSSO, 2010). En una investigación de Kosko et al. (2014), se busca entender cómo los profesores adoptan este discurso, proveniente de la política pública y la academia, estudiando las representaciones que un grupo de docentes hace sobre su práctica docente, con el objetivo de explicar por qué, después de décadas de propuestas de cambio, se ha logrado modificar tan poco en términos de las estrategias de uso de preguntas utilizadas en las clases de matemática. Los autores examinan representaciones hechas por profesores sobre su práctica, encontrando que las concepciones de los docentes sobre lo que implica promover la argumentación matemática a través del uso de preguntas es bastante diferente a lo concebido por investigadores y hacedores de política pública.

En términos concretos, se observó que gran parte de los profesores estudiados representan de forma pasiva su rol al momento de apoyar y favorecer la discusión y la argumentación en clases, predominando estrategias como originar la discusión o dejar espacio de silencio para que los estudiantes hablen, sin dar un seguimiento adecuado a sus respuestas o invitarlos a argumentar sobre las ideas matemáticas subyacentes. Si bien generar discusiones y dar espacio para que los estudiantes hablen son acciones importantes por parte de los profesores, no son suficientes para generar una discusión matemática profunda en que los estudiantes expliquen y justifiquen sus ideas. Este tipo de entendimiento por parte de los docentes es bastante diferente a lo que se espera generar cuando se les solicita promover la argumentación matemática.

En general, los resultados de esta investigación sugieren que los profesores podrían entender la facilitación de argumentación matemática a través del uso de preguntas como una cesión completa del control de la discusión, sin dar el soporte necesario para que esta autonomía esté enfocada en la actividad matemática y logre ser efectiva (ver por ejemplo el trabajo ya citado de Yackel y Cobb (1996)). Asimismo, los docentes podrían no comprender directamente cómo se personifican las estrategias efectivas de uso de preguntas o cómo implementarla en sus clases. Estos hallazgos son de crucial consideración para el uso que se le dé a los resultados de la investigación que aquí se propone, pues resaltan la importancia de explicitar a los profesores lo que se espera de ellos al solicitarles facilitar la discusión y argumentación matemática mediante preguntas de mayor profundidad cognitiva. En definitiva, es necesario entender lo que los docentes conciben por hacer preguntas de nivel cognitivo superior si se pretende desarrollar y evaluar propuestas de mejora para su práctica, pues solo cerrando estas brechas de entendimiento, se logrará que la evidencia acumulada puede traducirse de forma transparente en prácticas provechosas en el aula.

1.5. Influencia del contexto institucional en la enseñanza de matemática de la ESTP

El contexto no puede ser dejado de lado cuando se busca comprender los resultados producidos por un sistema educacional (Cohen et al., 2003). En este aspecto, la enseñanza de matemática en la ESTP recibe una fuerte influencia del contexto en que se encuentran sus instituciones, diferentes a aquellas pertenecientes al mundo universitario o escolar. Las problemáticas de la ESTP inducen a sus instituciones a llevar a cabo una serie de medidas y políticas, que sumadas a sus características institucionales, impactan la labor de los docentes. Un reciente trabajo realizado por Droguett y Celis (en prensa), pone sobre la mesa importantes conclusiones sobre cómo estas influencias institucionales afectan la enseñanza de matemática, a través del análisis de entrevistas con profesores de matemática y directivos de este tipo de instituciones. En esta sección, se presentan brevemente algunos de los principales resultados de esta investigación.

1.5.1. Características generales de los docentes

Los profesores de matemática de la ESTP muestran una gran diversidad en términos de sus características, por lo que no es fácil obtener una caracterización general que represente completamente al sistema. No obstante, el trabajo de Droguett y Celis (en prensa) logra arrojar luz sobre algunas particularidades de los docentes de este segmento, que los diferencian de sus colegas que trabajan en educación escolar, universitaria, e incluso de los profesores de especialidad que trabajan en el mismo tipo de instituciones.

En particular, los profesores de matemática de la ESTP se caracterizan por dedicarse mayoritariamente a la docencia, a diferencia de sus colegas que enseñan asignaturas de especialidad, los cuales se mantienen primordialmente en el mundo profesional. Una parte importante de estos profesores tiene por formación la pedagogía en matemática, licenciatura en matemática o bien ingeniería en diferentes áreas. Por la naturaleza de su trabajo, los docentes de matemática de la ESTP se parecen más a sus colegas de educación escolar que a aquellos que enseñan en el segmento universitario. De hecho, es común en estos profesores haber pasado por la educación media antes de llegar a enseñar a las instituciones de la ESTP. Muchos de los profesores que fueron investigados en este trabajo, señalan que la experiencia en la ESTP es mucho más motivante, pues logran percibir una disposición diferente de los estudiantes, lo cual termina siendo un estímulo para permanecer en estas instituciones. Más aun, esta disposición pareciera generar una motivación y vocación especial en estos docentes, que adquieren un compromiso por apoyar constantemente a sus estudiantes; no solo en lo pedagógico, sino también en lo afectivo y emocional.

En términos de condiciones laborales, estos profesores suelen ser contratados por las horas de clases que estén disponibles para atender, por lo que deben complementar el trabajo en varias instituciones para completar una jornada completa de trabajo. Asimismo, los profesores no son remunerados por las horas en que deben preparar y planificar sus clases, o apoyar a sus estudiantes fuera del aula. De esta forma, los profesores se ven limitados a acatar la planificación metodológica emanada desde la institución, sin mucho espacio para adaptar el contenido y la planificación al ritmo de sus estudiantes. Incluso, algunos de estos profesores realizan atención a estudiantes fuera de su horario de trabajo, sin remuneración alguna.

1.5.2. Tensiones vinculadas a la influencia del contexto institucional

Las decisiones y políticas que se llevan a cabo en la institución, mostraron producir una serie de tensiones en el trabajo que realizan los docentes de matemática de la ESTP. A continuación de señalan algunas de ellas.

1. **Presión curricular y distanciamiento de las directivas.** El currículo institucional genera una serie de diferencias entre los profesores y la institución. Los docentes expresan que muchas de las decisiones curriculares no recogen su opinión y no tienen en mente la realidad de las salas de clase. De esta forma, las directivas institucionales son percibidas como distantes y poco interesadas por el verdadero aprendizaje de los estudiantes, mientras los profesores sean bien evaluados en el cumplimiento de sus labores. Por otro lado, el currículum propuesto por la institución suele ser muy ambicioso en términos de su programación, la cual genera una presión permanente para los profesores, que se ven obligados a ir constantemente en contra del tiempo, haciendo más difícil la adaptación del contenido a la realidad de sus clases.
2. **Instrumentalización de la matemática.** En las instituciones de la ESTP ha existi-

do una tendencia por utilizar un enfoque por competencias vinculadas directamente a la realidad del ejercicio profesional. En este ámbito, han existido iniciativas institucionales para orientar la enseñanza de matemática como un instrumento al servicio de las diferentes profesiones. Sin embargo, muchos docentes de la ESTP, especialmente por su formación, ven la enseñanza de la matemática como una herramienta para la formación profesional y personal de los estudiantes, más que como un instrumento al servicio de una disciplina específica. Estos docentes se enfrentan con las presiones institucionales al momento orientar la enseñanza de matemática en el aula de acuerdo con su propia visión de la disciplina.

3. **El fantasma de la deserción.** Dada la ya mencionada importancia de los cursos matemáticos en la permanencia de los estudiantes de la ESTP, la deserción es una de las principales preocupaciones de este tipo de instituciones. Esta preocupación se traduce en una presión para los docentes, que se ven obligados a mantener un mínimo de flexibilidad en sus evaluaciones. Además, desde los profesores predomina una desconfianza sobre la capacidad matemática de sus estudiantes. No obstante, los profesores mostraron, a pesar de las restricciones institucionales, ser capaces de acomodar y adaptar (tanto al alza como a la baja) las exigencias institucionales al nivel de sus estudiantes.

El trabajo de Droguett y Celis (en prensa) será fundamental a la hora de explicar las observaciones constatadas por la presente investigación. No cabe duda de que el trabajo de los profesores en la sala de clase, y en este caso sus estrategias en el uso de preguntas, se ve influenciado por sus propias características y por las influencias que estos reciben desde la institución.

Capítulo 2

Metodología

2.1. Contexto de la investigación

La presente investigación se enmarca en el proyecto Fondecyt Iniciación 11160656, titulado *Influencias Institucionales y Sociales en la Enseñanza de la Matemática en Instituciones de Educación Superior de Acceso Abierto (EMAA)*¹, cuyo investigador responsable es el Dr. Sergio Celis, Profesor Asistente de la Escuela de Ingeniería y Ciencias de la Universidad de Chile. El proyecto tiene como objetivos generales:

1. Caracterizar la instrucción de la matemática en instituciones de educación superior de acceso abierto en Chile.
2. Entender cómo los contextos institucionales y las interacciones sociales, entre docentes y estudiantes, influyen prácticas en la sala de clase y la toma de decisiones en la enseñanza de la matemática en instituciones chilenas de educación superior de acceso abierto.

Este proyecto de investigación tiene como objeto de estudio las instituciones de acceso abierto: aquellas que aceptan a la gran mayoría sus postulantes. En Chile, este tipo de instituciones es representada por las instituciones de ESTP, puesto que, en términos generales, estas no poseen barreras de admisión para seleccionar a sus estudiantes.

¹Para más información sobre el proyecto EMAA, consultar <http://escuela.ingenieria.uchile.cl/docencia/investigacion-en-educacion/ema>

La investigación realizada en este trabajo contribuye a los objetivos generales del proyecto a través de la persecución de su propio objetivo general. Además, este trabajo se ha beneficiado de los recursos que el proyecto ha puesto a su disposición, siendo algunos de ellos: orientación y evaluación semanal de los avances en el trabajo, vinculación con instituciones de ESTP, recursos para emplear en la captura y transcripción de datos y financiamiento parcial del trabajo.

Además, como integrante de este equipo de investigación, el autor del presente trabajo participó en otras actividades de investigación vinculadas con la ESTP chilena que no se reportan directamente en este trabajo, como por ejemplo la observación de clases de matemática de otros docentes de ESTP, la discusión sobre literatura relacionada al objeto de estudio y noticias de contingencia, la participación en seminarios de educación matemática, entre otras. Estas actividades permitieron complementar el desarrollo del trabajo realizado otorgando un conocimiento y experiencia de mayor profundidad sobre el tema.

2.1.1. Instituciones participantes

En esta investigación participaron 2 instituciones de ESTP. Una de ellas, de aquí en adelante referida como Institución 1, es una institución de gran tamaño, con más de 50 mil estudiantes matriculados en 2018, que ofrece una amplia variedad de programas técnicos y profesionales en modalidad diurna y vespertina, en diversas sedes a lo largo de todo el territorio nacional. La segunda institución, de aquí en adelante referida como Institución 2, tuvo más de mil estudiantes matriculados en 2018, y en ella se ofrecen programas de formación profesional, también en modalidad diurna y vespertina, en la Región Metropolitana.

Como se mencionó en la Introducción, la matrícula de la ESTP chilena está altamente concentrada. De esta forma, a grandes rasgos existen instituciones “gigantes” e instituciones “pequeñas”. Un aspecto interesante de las instituciones participantes en esta investigación, es que representan a estos dos segmentos que componen las instituciones de la ESTP.

En términos de admisión, ninguna de las instituciones selecciona de acuerdo a los resultados de la PSU, aunque sí utilizan instrumentos propios para diagnosticar el nivel de dominio matemático de los estudiantes.

2.1.2. Docentes participantes

En total, 3 profesores fueron parte de esta investigación. Estos docentes decidieron participar voluntariamente del estudio, entendiendo que su propósito era recolectar información acerca la enseñanza de la matemática en educación superior. Por esto, no existió ningún tipo de selección respecto a los profesores participantes, más que su propio interés por formar parte la investigación. La participación de los profesores es de carácter confidencial, por lo que se utilizarán seudónimos para referirse a ellos y se omitirá cualquier característica personal o institucional que pueda ser utilizada como identificación. Algunas características de los profesores se señalan en la Tabla 2.1.

Institución	Docente	Género	Formación	Años de experiencia en enseñanza ²
1	Abel	Hombre	Pedagogía matemática	5
2	Esteban	Hombre	Pedagogía matemática Contaduría	20
2	Estefanía	Mujer	Ingeniería industrial	10

Tabla 2.1: Docentes participantes de la investigación y algunas de sus características.

A pesar de ser una muestra reducida y compuesta solamente por profesores voluntarios, se encuentra un rango interesante de variabilidad en sus características. Además, si bien el tamaño de la muestra no es suficiente para que haya inferencia estadística de los resultados observados basado en las características de los profesores, la existencia de diferencias es útil en la medida que hace posible formular hipótesis a verificar en futuras investigaciones, además de complementar los hallazgos que se den en esta investigación.

2.2. Recopilación de datos

La recopilación de datos se desarrolló en tres etapas principales, las cuales se detallan a continuación.

1. **Entrevista inicial.** Se realizó una entrevista inicial con el objetivo de conocer a cada uno de los docentes participantes en términos de sus antecedentes, percepciones sobre sus estudiantes, prácticas y concepciones sobre la enseñanza e influencias institucionales en su trabajo. La entrevista utilizó una metodología semi-estructurada, de acuerdo con el protocolo disponible en el Anexo A. Cada una de las entrevistas fue registrada en audio y luego transcrita. Las entrevistas tenían una duración aproximada de 45 minutos.

²Estimado desde la descripción que el o la docente hacía de su trayectoria profesional.

2. **Observación y filmación de clases.** Cada profesor fue visitado en 4 sesiones de sus clases con un mismo curso. Los docentes escogieron las clases en que las que preferían ser grabados, siendo el único requisito solicitado que no fueran sesiones en que se realizara alguna actividad excepcional como realizar una evaluación, por ejemplo. A cada sesión filmada asistió una persona encargada del registro audiovisual, realizado mediante una cámara con foco en el docente, y un micrófono de solapa para capturar su voz. Además, a cada una de las sesiones asistió un observador del equipo de investigación (a veces el autor de este trabajo), para caracterizar la clase utilizando protocolos de observación correspondientes al proyecto en el que se enmarca este trabajo. Estos protocolos tienen por objetivo capturar otros aspectos importantes de la clase, como los problemas presentados en el pizarrón, los movimientos de los estudiantes y del docente, la disposición espacial de los estudiantes en la sala, el clima de la clase y las metodologías utilizadas, entre otros. Finalmente, el audio de cada clase fue transcrito verbatim para luego ser analizado.
3. **Entrevista de cierre.** Se realizó una entrevista final con el objetivo de retroalimentar a los docentes participantes en base las observaciones de clase llevadas a cabo, además de invitarlos a reflexionar sobre los datos recopilados. Cabe destacar que en esta entrevista se presentaron los datos recopilados utilizando los protocolos del internos del proyecto EMAA, ya que la información obtenida en este trabajo en particular, por su naturaleza requería de un marco temporal mucho mayor para ser producida. La entrevista utilizó una metodología semi-estructurada, de acuerdo con el protocolo disponible en el Anexo B. Cada una de las entrevistas fue registrada en audio y luego transcrita. Las entrevistas tuvieron una duración aproximada de 45 minutos.

Todas las actividades de recopilación de datos fueron llevadas a cabo en un marco temporal de 8 semanas, entre octubre y noviembre de 2018. Además, todas las sesiones registradas formaron parte de cursos con modalidad vespertina, que abarcaron las temáticas señaladas en la Tabla 2.2.

Institución	1	2	2
Docente	Abel	Esteban	Estefanía
Curso	Estadística y probabilidades	Matemática aplicada 1	Matemática aplicada 1
Sesión 1	Regresión lineal	Raíces	Sistemas de ecuaciones lineales
Sesión 2	Probabilidades	Sistemas de ecuaciones lineales y cuadráticas	Ecuaciones cuadráticas
Sesión 3			Ecuaciones con radicales
Sesión 4	Variable aleatoria	Inecuaciones	Sistemas de ecuaciones lineales y cuadráticas

Tabla 2.2: Temáticas abarcadas en las clases observadas durante la investigación.

2.3. Marco analítico

A partir del marco conceptual revisado, se desarrolló un marco analítico para estudiar las estrategias en el uso de preguntas utilizadas por estos profesores, a través de la categorización de sus preguntas y así alcanzar los objetivos específicos de esta investigación. Para esto, se realizaron dos análisis principales: categorización según el nivel de profundidad cognitiva y según la oportunidad otorgada a los estudiantes para participar en clases, mediante este uso de preguntas. Para el primer análisis, fue necesario establecer categorías que permitieran destilar el número de preguntas que finalmente se categorizan según su nivel cognitivo. Este procedimiento y las categorías utilizadas se señalan a continuación.

1. Identificar todas las preguntas realizadas por el o la docente en una clase. También fueron consideradas como preguntas aquellas frases interrogativas o frases suspendidas para ser completadas por los estudiantes de la sala.
2. Clasificar cada pregunta como **matemática** u **otra**, teniendo en consideración el contexto y el contenido de cada una.
3. Clasificar cada pregunta matemática como **principal**, **parfraseo** o **confirmación inmediata** de acuerdo con el contexto en que se inserta cada pregunta con respecto a otras preguntas y afirmaciones hechas por el profesor.

4. Categorizar cada pregunta matemática principal considerando su profundidad cognitiva, como **rutinaria** o **auténtica**³.

Las preguntas de parafraseo se añadieron a la metodología con el fin de evitar el conteo de preguntas consecutivas que son esencialmente idénticas, lo cual podría sobrestimar la cantidad de oportunidades de participación que no se realizaron y distorsionar los resultados del trabajo. Por otro lado, las preguntas de confirmación inmediata (conocidas como *sentence-right? questions* en inglés), se incorporaron al análisis, a diferencia de otros trabajos, en los cuales este tipo de interacciones no es considerada dentro de las preguntas a analizar. Esto se basa en la intuición de que este tipo de preguntas genera muy poca interacción con los estudiantes. A pesar de esto, se añadieron al análisis para verificar este supuesto.

Por otro lado, para el análisis de oportunidades de participación, se realizó lo siguiente.

1. Clasificar todas las preguntas matemáticas de confirmación inmediata, auténticas y rutinarias como **respondida** o **no respondida** en función de la participación de la clase. Las preguntas respondidas, se considerarán una **oportunidad de participación**
2. Para las preguntas no respondidas, se identifican aquellas en las que hubo un tiempo de espera mayor a 3 segundos por parte del profesor como preguntas con **tiempo suficiente** y **tiempo insuficiente** para aquellas que no. Las preguntas con tiempo de espera suficiente también son consideradas como **oportunidad de participación**.

Cabe destacar que estos análisis fueron realizados utilizando la transcripción en conjunto con el registro filmado de cada clase, para atender a aquellos aspectos que no son capturados por la transcripción. El procedimiento de categorización se presenta esquemáticamente en la Figuras 2.1 y 2.2.

Para realizar el proceso recién descrito se utilizó el sistema de codificación que se muestra en las Tablas 2.3 y 2.4. En la Tabla 2.3 se presenta el listado de codificaciones usadas para determinar la profundidad cognitiva de cada pregunta, indicando la descripción de cada categoría y algunos ejemplos. En la Tabla 2.4 se presenta la codificación usada para determinar las oportunidades de participación.

Es importante tener en cuenta que la categorización de acuerdo con el nivel cognitivo es diferente a la de las oportunidades de participación. La primera, por su naturaleza depende fuertemente del juicio de quien codifica y por lo tanto su confiabilidad debe ser revisada, lo cual es detallado en la siguiente sección de este capítulo. Por el otro lado, la codificación de oportunidades de participación se desprende directamente de los registros de video y audio,

³Frente a situaciones de dificultad para definir el nivel de profundidad cognitiva, se aplicó un principio de preferencia a la autenticidad.

pues basta con determinar si hubo o no respuesta para cada pregunta (y cuánto tiempo de silencio hubo si es que una pregunta no fue respondida). Por eso, para este segundo caso, no se estimó necesario llevar a cabo un análisis de confiabilidad.

Finalmente, con respecto a las entrevistas realizadas, no se realizó un análisis esquematizado. No obstante, estas se revisaron detalladamente y se tuvieron en consideración a la hora de explicar y discutir los resultados del análisis. También es importante señalar que, dado el marco temporal de este trabajo, las reflexiones y comentarios de los docentes al ser expuestos a los resultados del análisis del uso de preguntas no fueron incorporados en esta investigación.

2.4. Análisis de la confiabilidad de las codificaciones

La metodología de este trabajo se basa principalmente en una categorización cualitativa de acuerdo con un conjunto predeterminado de códigos, presentado en la sección anterior. Este tipo de procedimientos suele presentar consideraciones en términos de su confiabilidad, dada la posibilidad de que, a pesar de contar con la misma definición, dos codificadores diferentes califiquen de manera distinta una misma instancia. Por ejemplo, lo que para una persona es una pregunta matemática, para otra podría no serlo.

Existe una serie de metodologías para lidiar con este tipo de problemas. En esta investigación se utiliza el coeficiente *Kappa* (κ) de *Cohen* (Celis y Arancibia, 2018), el cual busca entregar una medida del acuerdo de los jueces sobre un método de categorización, considerando la probabilidad de que este acuerdo sea producto del azar. El coeficiente κ se calcula como sigue:

$$\kappa = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^m K_{ij}^2 - NK(1 + (K - 1) \sum_{j=1}^m p_j^2)}{NK(K - 1)(1 - \sum_{j=1}^m p_j^2)}$$

Donde, K es el número de codificadores, N el tamaño de la muestra de instancias (preguntas, en este caso), m la cantidad de categorías exhaustivas y mutuamente excluyentes, K_{ij} número de codificadores que asignan a la instancia i la categoría j y finalmente

$$p_j = \frac{1}{NK} \sum_{i=1}^N K_{ij}$$

representa la proporción de todas las categorizaciones que fueron asignadas a la categoría j .

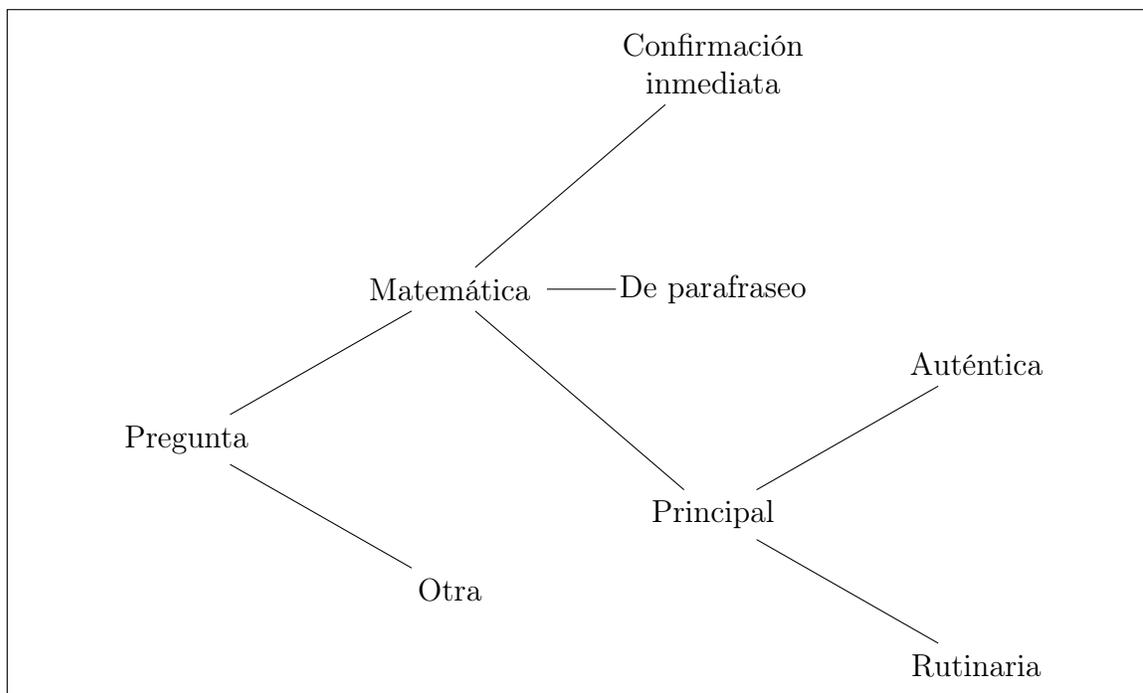


Figura 2.1: Árbol de casos con la categorización usada para destilar las preguntas matemáticas y determinar su profundidad cognitiva.

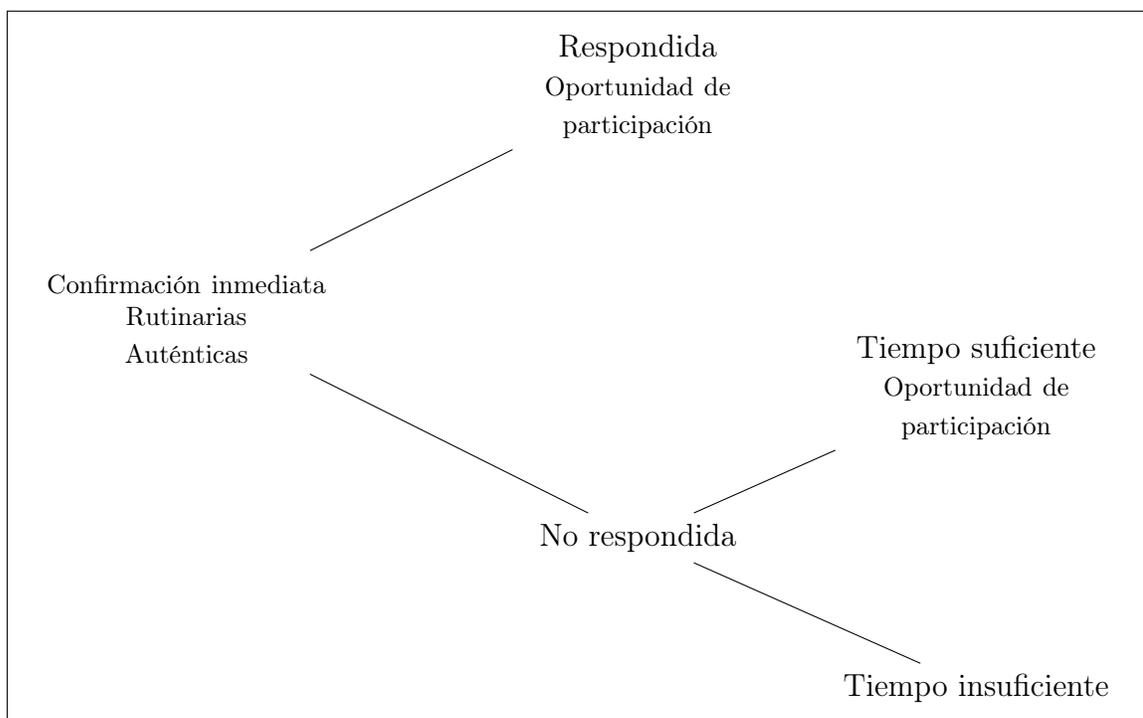


Figura 2.2: Árbol de casos con la categorización usada para determinar la generación de oportunidades de participación.

Codificación cualitativa del tipo de pregunta		
Código	Descripción	Ejemplos
Matemática	Se relaciona directamente con el contenido matemático.	“B elevado a 2 más 5 y esto es B elevado a 7. Varios dijeron B elevado a 7 ¿cierto? , estamos bien entonces. B elevado a 7, C ¿cómo quedaría el exponente de C? ”
Otra	No se relaciona directamente con el contenido matemático, sino con otros aspectos de la exposición o de la clase.	“Entonces esto quedaría B raíz cúbica de 9 partido por 9. ¿Se entendió? ” “Podemos borrar ahora ¿cierto? ”
Matemática De parafraseo	Corresponde a una paráfrasis o repetición de una pregunta inmediatamente anterior.	“Porque raíz cuadrada de 3 partido por raíz cuadrada de 3, ¿cuánto es? , ¿qué es? ”
Matemática Confirmación inmediata	Palabra o frase breve que se repite por hábito inmediatamente después de una afirmación.	“Este signo de negativo es el signo de este número, de ese exponente ¿sí o no? y este es el de la definición ¿sí o no? , por lo tanto, si es menos menos, ¿cómo queda? ”
Matemática Principal	Pregunta que no es seguida por otra pregunta inmediatamente.	“Porque raíz cuadrada de 3 partido por raíz cuadrada de 3, ¿cuánto es? , ¿qué es? ”
Matemática Principal Rutinaria	Preguntas cuya respuesta se espera que sea conocida por los estudiantes o bien, que estos sean capaces de encontrarla mediante algún procedimiento otorgado en clases.	“Por ejemplo, si tenemos 2 elevado a 3 medios ¿a qué sería igual eso? ” “ ¿Qué tenemos que hacer siempre que hay una ecuación cuadrática? Identificar cuál es a, cuál es b y cuál es c. ¿Cuál es a? ”
Matemática Principal Auténtica	Preguntas cuya respuesta requiere información que aún no se ha presentado a los estudiantes o bien, que implica utilizar información conocida en un procedimiento que no se ha explicitado.	“Bien, vamos a comenzar ahora la parte de raíces, radicación. Entonces, ¿cómo conectamos el contenido de potencias que acabamos de repasar, con raíces? ”

Tabla 2.3: Descripción y ejemplos de la codificación usada para el análisis del tipo de pregunta. En negrita se presentan algunas preguntas de ejemplo, utilizadas por estos profesores.

Codificación de oportunidades de participación	
Código	Descripción
Respondida	La pregunta hecha obtiene respuesta de al menos un o una estudiante.
No respondida	La pregunta hecha no obtiene respuesta de los estudiantes, ya que es el o la docente quien toma la palabra.
Tiempo suficiente	Pregunta que no obtiene una respuesta por parte de los estudiantes, pero el profesor espera al menos 3 segundos antes de retomar la palabra.
Tiempo insuficiente	Pregunta que no obtiene una respuesta por parte de los estudiantes y el profesor espera menos 3 segundos antes de retomar la palabra.

Tabla 2.4: Descripción de la codificación usada para analizar las oportunidades de participación.

Una vez calculado el coeficiente κ , se caracteriza la confiabilidad del instrumento según lo siguiente:

1. Valores bajo 0.4 representan un acuerdo deficiente entre los jueces.
2. Valores entre 0.4 y 0.75 representan un buen acuerdo.
3. Valores entre 0.75 y 1 representan un excelente acuerdo.

Es posible calcular intervalos de confianza para el estimador κ . Para un nivel de confianza del 95 %, estos se calculan como: $\kappa \pm 1,96\sigma_\kappa$, donde la varianza del estimador se puede aproximar de la siguiente forma:

$$\sigma_\kappa = \sqrt{\frac{2}{NK(K-1)} \times \frac{\sum_{j=1}^m p_j^2 - (2K-3)(\sum_{j=1}^m p_j^2)^2 + 2(K-2)\sum_{j=1}^m p_j^3}{1 - \sum_{j=1}^m p_j^2}}$$

Como se mencionó en la sección anterior, solo la codificación con respecto al tipo de pregunta fue sometida al análisis de confiabilidad, por lo que los codificadores solo debían clasificar las preguntas en 5 categorías mutuamente excluyentes: otra, de parafraseo, confirmación inmediata, matemática principal auténtica y matemática principal rutinaria. En este caso, el análisis de confiabilidad fue llevado a cabo por 3 integrantes del equipo (incluyendo al autor de este trabajo), como se detalla a continuación.

1. El autor presentó las diferentes categorías y su significado al resto del equipo. Se realizó una codificación de una transcripción breve ($N = 54$ preguntas) y luego se discutieron los resultados, surgiendo ajustes respecto a la definición de algunas categorías.
2. Se codificó una clase completa ($N = 242$ preguntas). En esta codificación se obtuvo un $\kappa = 0.69^4$, lo cual representa un buen acuerdo. Se realizó una discusión sobre los resultados, en la cual se decidió redefinir completamente una categoría para mejorar la información recopilada por el instrumento.
3. Se codificó una clase completa diferente a las anteriores ($N = 394$ preguntas). Se obtuvo un $\kappa = 0.64^5$, lo cual representa un buen acuerdo. Si bien el acuerdo fue menor a la iteración previa, al observar los intervalos de confianza no se desprende directamente que la diferencia entre ambas iteraciones sea estadísticamente significativa. De todas formas, es posible que la diferencia se explique por el cambio efectuado en las categorías. Se realizó también una discusión sobre los resultados, sobre la cual se ajustaron algunas categorías.
4. Finalmente, el autor del trabajo realizó la codificación de las 10 clases restantes, basándose en el registro audiovisual, la transcripción de la clase y los datos recopilados

⁴Intervalo de confianza al 95 %: (0.63,0.75).

⁵Intervalo de confianza al 95 %: (0.60,0.68).

mediante los protocolos de observación, obteniéndose los resultados presentados en la sección siguiente.

2.5. Prueba de independencia

Para verificar la independencia entre los resultados obtenidos por tipo de pregunta y docente, se realizaron test de independencia mediante un *Test χ^2 de Pearson*. Para cada test realizado, se indica el total de casos, los grados de libertad y el *p-valor*: la probabilidad de que el resultado observado ocurra al cumplirse la hipótesis de independencia entre ciertas categorías. P-valores muy pequeños indicarían que el resultado observado es muy poco probable de ocurrir en caso de independencia, lo cual sugiere dependencia entre las categorías en cuestión.

Capítulo 3

Resultados

En este capítulo se detallan los hallazgos obtenidos a través del marco analítico presentado en el Capítulo 2. En primer lugar, se ilustran características generales de las clases registradas y analizadas, con el fin de dar un mejor contexto a los resultados obtenidos. Posteriormente se presenta una descripción cuantitativa de los diferentes tipos de preguntas utilizado por los profesores de matemática estudiados, considerando el nivel cognitivo y las oportunidades de participación que presentan a sus estudiantes.

3.1. Características generales de las clases observadas

Como se mencionó anteriormente, todas las clases observadas formaban parte de programas de formación vespertina, por esto, todos los módulos de clase comenzaron como mínimo a las 18:30 horas, terminando como máximo a las 21:30 horas. Una característica que se repitió en las clases observadas, fue una diferencia notable entre la duración formal de la clase, es decir, cuánto debe durar la clase de acuerdo con lo establecido por la institución, y la duración observada, cuánto dura la sesión de clase de acuerdo al comienzo y término enunciado por el profesor. En particular, como se muestra en la Tabla 3.1, la duración observada de las clases fue menor a la duración formal. Uno de los principales factores para explicar este fenómeno es la hora de llegada de la mayoría de los estudiantes de la clase, la cual era generalmente posterior al comienzo formal de esta. Se observó en repetidas ocasiones a los docentes anunciar que esperarían la llegada de más estudiantes para comenzar la clase.

Es necesario tener en cuenta que la hora de llegada de los estudiantes se explica probable-

mente por que muchos optan a las modalidades vespertinas pues trabajan durante el día. De esta forma, deben trasladarse desde sus trabajos a la institución donde realizan sus estudios, en horarios donde la movilización es generalmente dificultosa. También es muy importante mencionar que, aunque la duración observada de la clase es menor a la duración formal, este tiempo no es necesariamente “malgastado” por estudiantes y docentes. Fue muy común observar a estudiantes que ya estaban en la sala incluso antes de la hora de inicio formal de esta, y que no tardaban en consultar al docente una vez que este llegaba al aula. En otras palabras, que la duración sea diferente no implica que la diferencia de tiempo no sea utilizada para la enseñanza y el aprendizaje de matemática, pues este se realiza de una forma diferente a la clase formal. Esto fue particularmente notorio en las sesiones de Abel, módulos de larga duración (135 minutos) en los cuales se disponían entre 20 y 30 minutos antes de que el profesor comenzara con la clase para resolver dudas surgidas en el trabajo personal de cada estudiante y resolver otros temas administrativos como entregar y consultar sobre resultados de evaluaciones.

Docente	Duración formal [minutos]	Duración promedio observada [minutos]
Abel ¹	135	99
Esteban	90	80
Estefanía	90	77

Tabla 3.1: Comparación entre la duración formal de las clases observadas, y la duración observada en promedio. Se consideraron como marca del comienzo y fin de la clase las enunciaciones del profesor.

En términos de las metodologías utilizadas por los profesores en la clase, se observó en todas las sesiones exposición con preguntas, intervenida por lapsos de trabajo individual o grupal. Es decir, las clases observadas se caracterizaron por tener al docente como protagonista indiscutido en la provisión del contenido, quien utilizaba preguntas para guiar su exposición. Además, era común que los docentes dieran tiempo a los estudiantes para trabajar individualmente en un problema propuesto, sin especificar si debían trabajar o no en grupo. Durante este trabajo individual, era común que los profesores se acercaran a los estudiantes para atender dudas surgidas durante el trabajo. Aún así, se observó que la resolución de los ejercicios propuestos en clases era casi en la totalidad de los casos expuesta por los docentes en el pizarrón después del trabajo individual, probablemente con el fin de asegurar una base mínima de contenido para todos los estudiantes presentes.

Considerando las tecnologías utilizadas para apoyar la exposición, tanto Abel como Estefanía utilizaron frecuentemente presentaciones *PowerPoint* para presentar el contenido y los problemas a resolver, mientras que solo Abel utilizó un programa de computador para realizar una representación gráfica a la clase. Con respecto a la representación de los problemas utilizados, esta fue mayoritariamente simbólica, es decir mediante el uso de números o álgebra, o mediante palabras y frases. Ocasionalmente se utilizaban tablas para representar algunos problemas, mientras las representaciones gráficas fueron muy escasas, especialmente

¹Para el caso de Abel, en este análisis no se consideró una clase, que debido a reajustes de la institución, tuvo una duración formal de 45 minutos. La duración observada para esta clase fue de 48 minutos.

en las clases de Estefanía y Esteban. Además, no se observó una predominancia de problemas contextualizados a la carrera de estudio de cada curso. Finalmente, se presencio un clima de clase generalmente distendido y motivado, en el cual era común que hubiesen episodios de risas al menos una vez por sesión.

3.2. Uso de preguntas

En total, fueron codificados 16 horas y 13 minutos de clase, de los cuales se obtuvo una muestra de 3729 preguntas. Esto representa en promedio una proporción de 3.8 preguntas por cada minuto de clase, es decir, casi una pregunta cada 15 segundos. En la Tabla 3.2, se presenta la cantidad de preguntas y el tiempo analizado por docente. Si bien se observan diferencias en la proporción de preguntas por minuto, se procederá a afinar el análisis antes de concluir sobre el uso de preguntas de cada profesor.

Docente	Preguntas	Tiempo analizado [minutos]	Proporción [preguntas/minuto]
Abel	1645	345	4.8
Esteban	859	320	2.7
Estefanía	1225	308	4.0

Tabla 3.2: Cantidad de preguntas analizadas por docente y proporción de preguntas por minuto.

3.2.1. Tipo de pregunta según el nivel cognitivo

En este apartado se presentan los resultados de acuerdo con el tipo de pregunta y del nivel de profundidad cognitiva de las preguntas utilizadas por los docentes. En particular, se buscó identificar cada pregunta con una de cinco categorías diferentes (otra, confirmación inmediata, parafraseo, rutinaria o auténtica), las cuales se detallan en el Capítulo 2. Como una primera visualización de los resultados, en la Figura 3.1 se presenta la composición porcentual del total de preguntas, según su relación con el contenido matemático. Tomando el promedio de todas las preguntas hechas en clase en esta muestra, las preguntas matemáticas representan casi un 80 % del total.

En las Tablas 3.3, 3.4 y 3.5 se presentan los resultados detallados por sesión y por docente, tanto en cantidad como en distribución porcentual. En primer lugar, es posible observar que entre los docentes, hay una diferencia en el uso de preguntas matemáticas y no matemáticas, la cual probó ser incluso estadísticamente significativa ($\chi^2(3279, 2) = 15.4; p < 0.01$). De esta

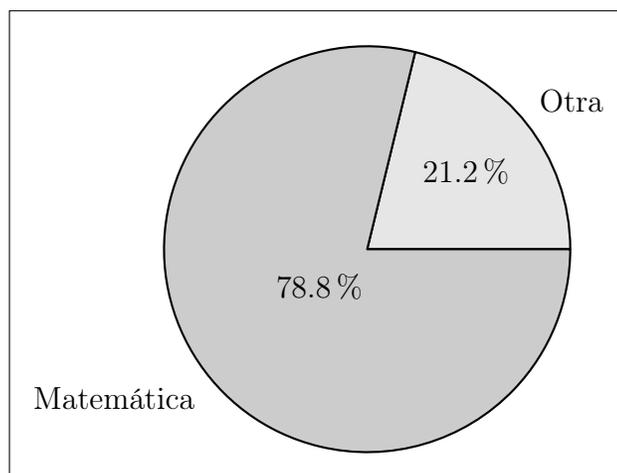


Figura 3.1: Proporción de preguntas matemáticas y no matemáticas del total de preguntas.

forma, dentro de la muestra obtenida hay docentes que intrínsecamente hacen más preguntas directamente relacionadas con el contenido matemático en proporción a las que no.

Al poner foco en la composición de las preguntas matemáticas, aparecen diferencias que muestran las diversas estrategias que tienen los docentes a la hora de usar las preguntas para articular el contenido matemático de la clase. Estas diferencias también mostraron ser estadísticamente significativas ($\chi^2(3279, 8) = 578.1; p < 0.001$), lo cual indica (sin mucha sorpresa), que diferentes docentes tienen diferentes formas de utilizar las preguntas relacionadas con el contenido matemático de sus clases. Una comparación de la composición porcentual de las preguntas matemáticas se presenta en la Figura 3.2. Por ejemplo, se aprecia una notable diferencia en el uso que Abel hace de las preguntas de confirmación inmediata, las cuales conforman un 63 % del total de sus preguntas, a diferencia de los demás docentes, para los cuales estas no superan un 25 %. Como se vio en la Tabla 3.2, Abel es el docente con una mayor proporción de preguntas por minuto, no obstante, este resultado cambia de matiz al indagar en la composición.

Las preguntas de parafraseo se observaron con poca frecuencia en todos los docentes de la muestra, sin mayor diferencia entre estos. Esto podría indicar que esta estrategia en particular (repetir o parafrasear una pregunta recientemente hecha) no es muy frecuente entre los docentes estudiados.

Con respecto al nivel de profundidad cognitiva de las preguntas (auténticas o rutinarias), también aparecen diferencias significativas entre los profesores ($\chi^2(1634, 2) = 95.9; p < 0.001$). Por ejemplo, en las sesiones de Abel se observó aproximadamente una pregunta auténtica por cada tres preguntas rutinarias, mientras que en las sesiones de Esteban, fue una por cada 19 y para Estefanía, una por cada 12. El promedio general fue una pregunta auténtica por aproximadamente 8 preguntas rutinarias.

Resultados por tipo de pregunta: Abel					
	Sesión 1	Sesión 2	Sesión 3	Sesión 4	Total
Proporción de preguntas matemáticas					
Otra	86 (22.6 %)	65 (19.0 %)	131 (23.6 %)	41 (11.1 %)	323 (19.6 %)
Matemática	295 (77.4 %)	277 (81.0 %)	423 (76.4 %)	327 (88.9 %)	1322 (80.4 %)
Composición de las preguntas matemáticas					
Confirmación inmediata	163 (55.3 %)	206 (74.4 %)	253 (59.8 %)	211 (64.5 %)	833 (63.0 %)
Paráfraseo	11 (3.7 %)	4 (1.4 %)	10 (2.4 %)	8 (2.4 %)	33 (2.5 %)
Rutinara	109 (36.9 %)	46 (16.6 %)	125 (29.6 %)	70 (21.4 %)	350 (26.5 %)
Auténtica	12 (4.1 %)	21 (7.6 %)	35 (8.3 %)	38 (11.6 %)	106 (8 %)

Tabla 3.3: Detalle del uso de preguntas de Abel.

Resultados por tipo de pregunta: Esteban					
	Sesión 1	Sesión 2	Sesión 3	Sesión 4	Total
Proporción de preguntas matemáticas					
Otra	49 (19.8 %)	23 (13.5 %)	57 (23.6 %)	34 (17.2 %)	163 (19.0 %)
Matemática	199 (80.2 %)	148 (86.5 %)	185 (76.4 %)	164 (82.8 %)	696 (81.0 %)
Composición de las preguntas matemáticas					
Confirmación inmediata	58 (29.1 %)	22 (14.9 %)	36 (19.5 %)	38 (23.2 %)	154 (22.1 %)
Paráfraseo	14 (7.0 %)	4 (2.7 %)	6 (3.2 %)	8 (4.9 %)	32 (4.6 %)
Rutinara	121 (60.8 %)	110 (74.3 %)	141 (76.2 %)	113 (68.9 %)	485 (69.7 %)
Auténtica	6 (3.0 %)	12 (8.1 %)	2 (1.1 %)	5 (3.0 %)	25 (3.6 %)

Tabla 3.4: Detalle del uso de preguntas de Esteban.

Resultados por tipo de pregunta: Estefanía					
	Sesión 1	Sesión 2	Sesión 3	Sesión 4	Total
Proporción de preguntas matemáticas					
Otra	81 (21.1 %)	78 (24.1 %)	101 (38.0 %)	46 (18.3 %)	306 (25.0 %)
Matemática	303 (78.9 %)	245 (75.9 %)	165 (62.0 %)	206 (81.7 %)	919 (75.0 %)
Composición de las preguntas matemáticas					
Confirmación inmediata	62 (20.5 %)	57 (23.3 %)	62 (37.6 %)	40 (19.4 %)	221 (24.0 %)
Parfraseo	16 (5.3 %)	4 (1.6 %)	3 (1.8 %)	7 (3.4 %)	30 (3.3 %)
Rutinara	212 (70.0 %)	160 (65.3 %)	92 (55.8 %)	153 (74.3 %)	617 (67.1 %)
Auténtica	13 (4.3 %)	24 (9.8 %)	8 (4.8 %)	6 (2.9 %)	51 (5.5 %)

Tabla 3.5: Detalle del uso de preguntas de Estefanía.

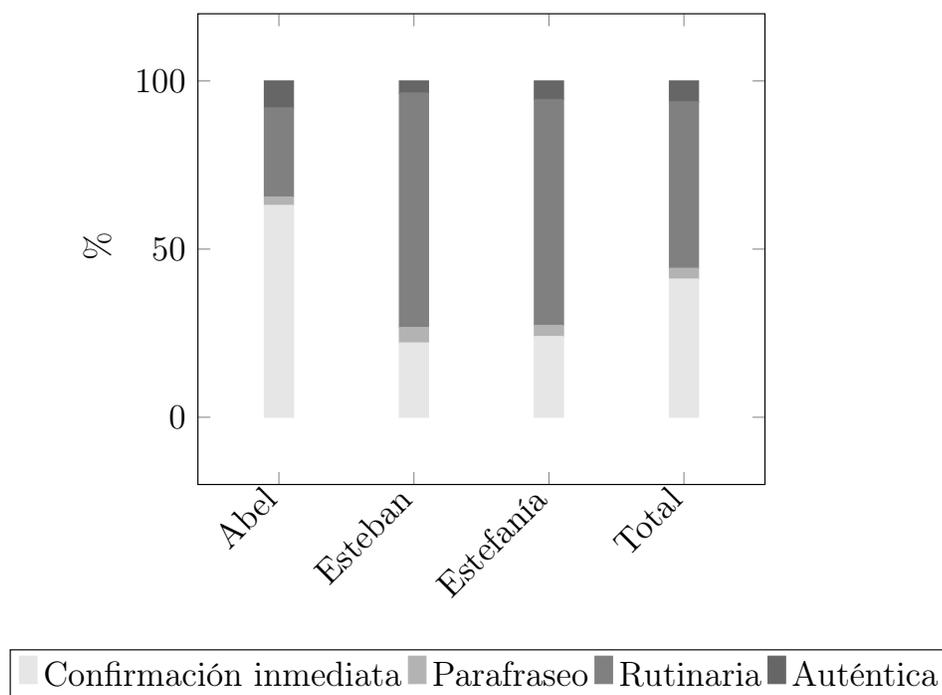


Figura 3.2: Composición porcentual de las preguntas matemáticas hechas por cada docente.

3.2.2. Oportunidades de participación

En este apartado se pone énfasis en las oportunidades de participación generadas por el uso de preguntas de los profesores. Como se detalló en el Capítulo 2, una pregunta constituye una oportunidad de participación si es que es respondida por un estudiante, o bien, el profesor espera al menos tres segundos antes de retomar la palabra, cuando ha enunciado una pregunta. Este análisis se realizó para las preguntas de confirmación rápida, rutinarias y auténticas, aunque se tratará por separado para las primeras, pues por su naturaleza son preguntas donde se espera que el espacio de participación sea menor. El detalle de los resultados obtenidos en este análisis se presenta en la Tabla 3.6

Oportunidades de participación por tipo de pregunta y docente				
	Abel	Esteban	Estefanía	Total
Confirmación inmediata	833	154	221	1208
Oportunidad de participación	69 (8.3 %)	87 (56.5 %)	76 (34.4 %)	232 (19.2 %)
Respondida	62	81	67	210
Tiempo suficiente	7	6	9	22
Tiempo insuficiente	764	67	145	976
Rutinaria	350	485	617	1452
Oportunidad de participación	246 (70.3 %)	429 (88.5 %)	472 (76.5 %)	1147 (79.0 %)
Respondida	231	424	459	1114
Tiempo suficiente	15	5	13	33
Tiempo insuficiente	105	56	145	305
Auténtica	106	25	51	182
Oportunidad de participación	65 (61.3 %)	12 (48.0 %)	29 (56.9 %)	106 (58.2 %)
Respondida	57	8	23	88
Tiempo suficiente	8	4	6	18
Tiempo insuficiente	41	13	22	76

Tabla 3.6: Oportunidades de participación por tipo de pregunta y docente. Para las preguntas de confirmación inmediata, rutinarias y auténticas, se presenta la cantidad y la composición porcentual de las oportunidades de participación. Además, se presenta la cantidad de instancias que fueron respondidas, o que tuvieron tiempo suficiente o insuficiente para ser respondidas en caso de no obtener respuesta de los estudiantes.

En general, los estudiantes de la muestra fueron expuestos a 1.52 oportunidades de participación por cada minuto de clase, siendo primordialmente las preguntas rutinarias las que

utilizan los profesores para generar este tipo de interacción. En promedio, un 52.3% de las preguntas generan oportunidades de participación al agrupar estos 3 tipos de preguntas, mientras que un 76.7% lo hace si solo se consideran las preguntas rutinarias y auténticas. Además, se observa que la incidencia de preguntas sin respuesta pero con tiempo suficiente, es bastante menor, lo cual podría indicar que los profesores tienen dificultades para generar oportunidades de participación dando tiempo a los estudiantes para responder si es que estos no lo hacen inmediatamente luego de una pregunta.

Sobre las preguntas de confirmación inmediata, se observa que en promedio, aproximadamente una de cada cinco generan una oportunidad de participación. No obstante, se observan diferencias estadísticamente significativas en la proporción de oportunidades de participación que cada docente genera con este tipo de preguntas ($\chi^2(1208, 2) = 234.9$; $p < 0.001$). En particular, para esta muestra se aprecia que Esteban, el docente con menor uso de estas preguntas, es quien mayor cantidad de oportunidades de participación genera mediante su uso (56.5%), mientras que Abel, para quien se procesaron cinco veces más preguntas de confirmación inmediata que Esteban, genera un nivel bastante menor de oportunidades de participación (8.3%).

Para las preguntas rutinarias, el promedio general indica que de cada cinco preguntas de este tipo, aproximadamente 4 generan una oportunidad de participación en clase, revelando cómo este tipo de interacciones es una herramienta imprescindible para los docentes a la hora de vincular a los estudiantes con el contenido matemático de la clase. La generación de oportunidades de participación mediante preguntas rutinarias muestra una variación menor que las preguntas de confirmación inmediata, pero aún así estadísticamente significativa entre profesores ($\chi^2(1452, 2) = 44.5$; $p < 0.001$). Salta a la vista que la proporción de oportunidades de participación mantiene el mismo orden que las preguntas de confirmación inmediata, siendo Esteban quien genera más oportunidades con este tipo de preguntas, pues 88.5% de sus preguntas rutinarias se transforman en una oportunidad de participación para los estudiantes, mientras que para Abel solo un 70.3% de estas preguntas lo hace.

En tercer lugar, las oportunidades de participación componen un 58.2% del total de preguntas auténticas, aunque no aparecen diferencias estadísticamente significativas entre los docentes en estudio ($\chi^2(182, 2) = 1.5$; no significativo). Esta observación sugiere que, a pesar de que hay profesores que sí hacen un uso mayor de este tipo de preguntas, es un factor común entre los tres docentes de la muestra la proporción de oportunidades de participación que generan mediante estas.

Finalmente, al agrupar las preguntas de todos los docentes en rutinarias y auténticas, se observa que su asociación con respecto a las oportunidades de participación es estadísticamente significativa ($\chi^2(1634, 1) = 38.9$; $p < 0.001$). Esto revela que las preguntas rutinarias tienen mayor probabilidad (79.0%) de constituir una oportunidad de participación que las preguntas auténticas (58.2%).

Capítulo 4

Discusión

4.1. Discusión de los resultados

Los clases observadas en este estudio, presentaron características similares a pesar de las diferencias entre los docentes participantes con respecto a su formación, experiencia e institución de pertenencia. Más aún, la metodología de clase predominante: la exposición interactiva, es la misma que predomina en contextos similares según la experiencia internacional (Mesa y AI@CC Research Group, 2017). Constatar este hecho es un avance relevante, pues nos indica que, a pesar de las diferencias entre los sistemas educacionales de Chile y otros países, lo que ocurre en las clases de matemática de las instituciones de educación vocacional y técnico profesional, no es radicalmente diferente. De esta forma, los desafíos que enfrenta la ESTP en Chile, son coherentes con los desafíos de este tipo de instituciones a nivel internacional.

No solo las metodologías de clase concuerdan con la evidencia de otros países. El uso de preguntas observado y analizado también está alineado con los resultados de otros trabajos. En particular, los profesores observados en este estudio utilizan una cantidad de preguntas rutinarias muy superior a la cantidad de preguntas auténticas (8 preguntas rutinarias por cada pregunta auténtica en promedio), lo cual es comparable a la evidencia presentada en los trabajos de Mesa et al. (2014), Mesa y Lande (2014) y Paoletti et al. (2018). Adicionalmente, en Mesa et al. (2014) se encontró que el uso de preguntas auténticas también es más restringido a la hora de generar oportunidades de participación, al igual que en este trabajo. Puesto en términos conceptuales, se observó que los docentes participantes hacen principalmente preguntas que requieren recordar hechos o aplicar procedimientos que han sido previamente expuestos. De esta forma, el nivel de la matemática en que los docentes involucran a sus estudiantes es bajo, predominando las interacciones de bajo nivel cognitivo e interrumpiendo comúnmente el proceso interrogativo, especialmente para las preguntas que

requieren comprender o conectar nuevas ideas o nociones matemáticas.

Este tipo uso de preguntas se aleja de lo que la literatura de educación matemática ha venido recomendando durante ya varias décadas, y por ende esta marcada inclinación hacia interacciones de bajo nivel cognitivo debería ser un hecho preocupante para las instituciones de este sector. Como se ha comentado en este trabajo, este tipo de prácticas tiende a reducir las oportunidades de los estudiantes de experimentar el pensamiento creativo y crítico intrínseco de un desafío matemático, lo cual podría terminar afectando sus oportunidades para acceder a profesiones que requieren un pensamiento matemático o lógico de mayor profundidad. Esta hecho presenta grandes oportunidades para el desarrollo profesional de los docentes de la ESTP, las cuales serán discutidas en el apartado “Recomendaciones”.

Las entrevistas realizadas a estos docentes permiten conjeturar algunas ideas para explicar la alta incidencia de las preguntas rutinarias y la disminuida participación generada por las preguntas auténticas. Una de las principales explicaciones, también señalada en trabajos como Mesa et al. (2014) o Paoletti et al. (2018), podría ser la percepción que los profesores tienen del dominio matemático de los estudiantes. De acuerdo con los docentes participantes, la preparación matemática de sus estudiantes es generalmente de muy bajo nivel, pues arrastran deficiencias en contenidos del currículo escolar. Esto podría influenciar fuertemente el nivel cognitivo de las preguntas hechas por los profesores, haciéndolos optar por preguntas que estimen del nivel de sus estudiantes. Más aun, los docentes señalan que sus estudiantes suelen asociar la matemática a frustración e inseguridad, basados en sus experiencias durante la educación escolar. Es posible que esta percepción también medie en la forma en que los docentes involucran a los estudiantes durante la clase, buscando hacerlos partícipes de la matemática sin provocar episodios de frustración o confusión, y por ende evitando preguntas que se escapen del contenido presentado. En términos simples, es posible que los profesores intenten hacer preguntas que sus estudiantes logren responder sin mayor dificultad, para enseñarles que son capaces de aprender matemática. Asimismo, preguntas auténticas pueden revivir episodios de frustración con la disciplina, escenario que probablemente los docentes buscan evitar.

Esta situación es paradójica, puesto que, con la intención de acercar los estudiantes al trabajo matemático y mejorar su confianza, los docentes podrían terminar coartando las posibilidades que los estudiantes tienen de desenvolverse en esta disciplina con autonomía y sin la mediación del profesor, logrando una transmisión de contenido pero sin cambiar la relación final del estudiante con este. Por ejemplo, dos de los docentes participantes comentaron sobre la existencia de un fuerte contraste entre el desempeño de algunos de sus estudiantes durante el trabajo en clases y en evaluaciones, siendo el primero sobresaliente y el último deficiente, incluso cuando los problemas a resolver en ambas situaciones eran idénticos. Esta podría ser una de manifestaciones de la poca autonomía matemática que logran adquirir los estudiantes debido al acompañamiento constante de los profesores mediante preguntas rutinarias y otras interacciones que restringen su oportunidad para pensar creativamente. Puesto que las percepciones de los docentes fueron incorporadas a este análisis mediante el estudio de entrevistas semi-estructuradas, esta observación abre un espacio para futura investigación con

el objetivo de operacionalizar estas percepciones e indagar su impacto en el uso de preguntas de los profesores. Más aun, sería también interesante evaluar hasta qué punto estas percepciones se encuentran alineadas con las ideas que los estudiantes tienen sobre su dominio de la disciplina.

Otra explicación de interés es la percepción que los docentes tienen del contenido que deben enseñar. Los profesores de la muestra manifestaron que comúnmente, el contenido que cubrían en sus clases era de nivel básico, muchas veces correspondiente a niveles de matemática escolar. Esta percepción puede generar una noción de imposibilidad para hacer preguntas de mayor profundidad cognitiva. No obstante, la literatura de educación matemática ha demostrado que las preguntas auténticas se pueden llevar a cabo con cualquier tipo de contenido matemático, sin importar el nivel de competencia de los estudiantes (Mesa et al., 2014).

Es posible que las obligaciones institucionales también influyeran en el uso de preguntas de estos docentes. En particular, el extenso currículo que debe ser cubierto restringe notablemente el tiempo que los profesores tienen para enseñar, lo cual fue señalado por los docentes participantes en este trabajo y también se ha observado en trabajos como el de Droguett y Celis (en prensa). Es probable que los docentes opten por reducir la profundidad cognitiva en el uso de preguntas, ya que estas interacciones pueden exigir más tiempo de clases para ser respondidas y discutidas. Esto puede terminar retrasando el avance de la clase y finalmente obstruir el cumplimiento del currículo definido por la institución. En esta misma línea, es importante recordar que las preguntas rutinarias y otras herramientas del enfoque tradicional facilitan la entrega del contenido que debe ser llevada a cabo en un período limitado de tiempo (Mesa et al., 2014), permitiendo a los docentes cumplir con lo que la institución y sus estudiantes esperan de ellos. En esta misma línea, las preguntas auténticas podrían ser percibidas como algo que impide el cumplimiento de estas expectativas, al requerir mayor cantidad de tiempo de clase y distanciarse del currículo estipulado formalmente. De todas formas, se requiere más investigación para entender cómo las prácticas y políticas institucionales influyen en lo que los profesores dicen y hacen en la sala de clase, con especial énfasis en aquellas interacciones que se vinculan con el contenido matemático.

Una explicación de la baja incidencia de preguntas auténticas es expuesta por (Mesa y Lande, 2014) y se relaciona con los conocimientos pedagógicos de los profesores. Esta explicación propone que los docentes podrían simplemente no estar al tanto de los beneficios de las preguntas auténticas para sus estudiantes, o no saber cómo usarlas en clase. Es importante recordar que los profesores de la ESTP provienen de una diversidad de carreras, y no todos han recibido formación pedagógica formalmente. Adicionalmente, estos profesores suelen tener poco tiempo para participar de programas de desarrollo profesional, probablemente por la carga de cursos que deben realizar en un semestre. Uno de los docentes participantes señaló, por ejemplo, que a pesar de tener la oportunidad de participar en los programas de formación docente en su institución, prefería no hacerlo pues requería de este tiempo para atender sus responsabilidades personales y familiares.

Un hallazgo interesante que se observó repetidamente en las clases observadas, fue la forma procedimental en que profesores y estudiantes abordaban el contenido matemático. En general, la matemática era propuesta como una colección de procedimientos para resolver una serie de problemas. Más aun, muchas veces las discusiones sobre el contenido estaban directamente enfocadas en cuál sería el tipo de problemas que serían evaluados y cuáles eran los procedimientos que servirían para enfrentarlos. Este tipo de interacciones denota visiblemente la importancia que tiene la aprobación de este tipo de cursos para que los estudiantes puedan finalizar sus programas de formación. Esta constatación resuena con “el fantasma de la deserción” propuesto por Droguett y Celis (en prensa), en la medida que la posibilidad de reprobación es una constante consideración de profesores y estudiantes y de hecho, es mencionada comúnmente durante las clases. Sumada a la gran cantidad de contenidos a cubrir, esta situación puede provocar que los profesores busquen las formas más eficientes de generar competencias matemáticas en sus estudiantes, enfocando el contenido en “ejercicios tipo prueba” durante la clase, enseñando procedimientos definidos que los estudiantes deben repetir para lograr ser evaluados positivamente. Esta inclinación a repetir procedimientos puede ser una componente principal para explicar la fuerte incidencia en el uso de preguntas rutinarias, ya que los docentes buscarían constatar el aprendizaje de un procedimiento más que el desarrollar el pensamiento crítico, creativo o la ilustración de conceptos. Un ejemplo sugerente, aunque no necesariamente concluyente, es que en las sesiones observadas de Esteban y Estefanía, correspondientes a sistemas de ecuaciones lineales y cuadráticas (4 en total) no se registró el uso de ninguna representación gráfica para ilustrar los conceptos o el desarrollo de los problemas en cuestión, siendo un contenido donde este tipo de representaciones puede ser un gran apoyo para el entendimiento. Muy por el contrario, las clases de estos docentes se centraron en los diferentes tipos sistemas de ecuaciones y la forma de resolver cada uno. Este tipo de situaciones podría evidenciar cómo la presión institucional termina mediando la matemática a la que los estudiantes son expuestos durante la clase.

La asociación entre una menor generación de oportunidades de participación y las preguntas auténticas también es un resultado que debe ser revisado con mayor profundidad. Se observó que una parte importante de estas preguntas eran de una naturaleza retórica, es decir no eran utilizadas por el profesor con un fin interrogativo o indagatorio sino como una forma de apoyar el discurso propio e ilustrar una forma de pensar. De hecho, se observó en varias ocasiones a estudiantes respondiendo una pregunta auténtica para la cual los docentes no esperaban efectivamente una respuesta, ya que no dejaban tiempo suficiente para contestar y finalmente terminaban superponiéndose ambos discursos.

Este hecho representa una oportunidad, pues implica que para aumentar las oportunidades de participación mediante preguntas de mayor profundidad cognitiva, no es exclusivamente necesario una mayor preparación previa a la clase: una pausa luego de estas preguntas de naturaleza inicialmente retórica (o evitar su conducción inmediata mediante preguntas rutinarias) puede producir grandes mejoras en la participación de los estudiantes en situaciones más desafiantes, cambiando positivamente las dinámicas de clase. Involucrar a los estudiantes en la presentación de una nueva forma de enfrentar un problema, permitiéndoles responder este tipo de preguntas, puede crear nuevas oportunidades para el aprendizaje. A fin de cuentas, de las 182 preguntas auténticas codificadas en la muestra, 92 no contaron con

tiempo suficiente para ser respondidas, cantidad muy pequeña y por ende se esperaría que de más fácil intervención, que las más de mil cien preguntas rutinarias codificadas. A pesar de constituir un aumento pequeño, la importancia de involucrar a los estudiantes en procesos profundos de desarrollo matemático invita a pensar en los efectos acumulados del cambio en este tipo de interacciones.

Adicionalmente, fue común encontrar una parte importante de este tipo de preguntas en cada sesión, agrupadas en lapsos de tiempo breve. Esto quiere decir que los profesores llevaban a cabo *episodios de autenticidad* a lo largo de la clase, en los cuáles era mucho mayor la incidencia de preguntas auténticas. Generalmente, estos episodios correspondían a los momentos en que se introducían nuevos contenidos y no así a lapsos en los que los estudiantes trabajaban individualmente y recibían asistencia de los docentes, ni cuando se presentaba la resolución de un problema propuesto. Se observaron preguntas auténticas en estas instancias, pero no episodios de autenticidad como en la exposición de nuevo contenido. Este hallazgo, aunque requiere mayor formalización e investigación, sugiere que los docentes asocian mayoritariamente el pensamiento auténtico a la introducción de un contenido y no así al desarrollo de problemas, al menos en este tipo de contextos.

A diferencia de gran parte de la investigación sobre el uso de preguntas en las clases de matemática, en este trabajo se profundizó en el uso de las preguntas de confirmación inmediata. Este tipo de preguntas es normalmente dejado de lado debido a la poca interacción que provoca en los estudiantes, además de la dificultad de determinar si efectivamente hay una intencionalidad interrogativa por parte del profesor. Los resultados sugieren que el panorama para este tipo de preguntas no es tan sencillo, pues, a pesar de generar una notable menor proporción de oportunidades de participación que otros tipos de preguntas más complejas e intencionadas por parte de los docentes, las formas de uso (y tal vez mal uso) de este recurso cambia sustancialmente entre los diferentes docentes. Este antecedente es de interés en la medida que sienta una base para futura investigación, especialmente para indagar en los resultados de este estudio, los cuales sugieren que profesores con mayor uso de preguntas de confirmación inmediata obtienen una tasa de respuesta y participación bastante menor. Indudablemente, es necesario una mayor muestra de docentes para que este tipo de resultados pueda generalizarse.

Un resultado interesante, que no ha sido comúnmente estudiado por la literatura existente, es la proporción de preguntas matemáticas y no matemáticas. En este trabajo, no solo se encontró un frecuencia importante de preguntas que no se relacionan directamente con el contenido matemático, sino que además, se mostró que su uso es diferente entre los profesores. A pesar de no ser el foco esta investigación, es importante destacar que este tipo de preguntas cumple un rol sumamente importante dentro de las interacciones que ocurren en la sala de clase. Preliminarmente, es posible reportar que los docentes observados utilizan este tipo de preguntas con dos fines principales: el primero, es conducir la clase e indagar sobre aspectos que acompañan la exposición a pesar de no estar estrechamente vinculados con el desarrollo del contenido subyacente (por ejemplo, preguntas del tipo: “¿se entiende lo que estoy diciendo?”). El segundo uso frecuente de este tipo de preguntas, era para averiguar

sobre aspectos administrativos o logísticos relacionados con la clase (por ejemplo: “¿todos tienen la guía, o a alguien le falta?”). Se requiere más investigación sobre este tipo de interacciones en las clases de matemática para determinar qué tan importante es su rol en este tipo de contextos, pero no cabe lugar a dudas de que su contribución, al menos en términos de frecuencia, no es menor. Otra proposición merecedora de investigación que se desprende de este resultado es hasta qué punto las interacciones no relacionadas directamente con la matemática dependen de las obligaciones institucionales. En particular, si los profesores no cuentan con horas no lectivas para resolver labores administrativas, no sería sorprendente que el trabajo matemático de la clase se vea considerablemente interrumpido por interacciones de esta naturaleza. Esta sería otra forma de los docentes de hacer sentido de las obligaciones institucionales frente a la “lejanía del Olimpo” propuesta en Droguett y Celis (en prensa).

Un antecedente relevante reportado en este trabajo es la menor duración de las clases con respecto al estándar definido por las instituciones. Como se mencionó en el Capítulo 3, este tiempo no es necesariamente desperdiciado por docentes y profesores, muy por el contrario, refleja claramente una de las formas en que los profesores hacen sentido con respecto a las obligaciones institucionales, como es detallado en el trabajo de Droguett y Celis (en prensa). En específico, la duración formal (y en concreto los horarios de inicio y término de las clases) corresponden a una decisión institucional que se aleja de la realidad de los estudiantes, lo cual es representado como una “lejanía del Olimpo”. En este caso, los profesores adaptan esta obligación institucional utilizando el tiempo de clase que no es accesible para todos los estudiantes, para realizar trabajo personalizado y otras labores administrativas. Esto es más razonable aun si se considera que comúnmente los profesores no son contratados por horas no lectivas, lo cual también es señalado en ese trabajo.

Un hallazgo fascinante de esta investigación es la notable participación de los estudiantes. En promedio, los estudiantes de esta muestra respondieron 1.45 preguntas matemáticas por cada minuto de clase, lo cuál indica la inmensa cantidad de interacciones vinculadas con la matemática que ocurren recíprocamente entre los estudiantes y el profesor durante una sola sesión, y por otro lado la complejidad de lo que ocurre en cada una de estas sesiones. Sin duda que este guarismo debe ser sujeto a ciertos cuestionamientos metodológicos, como por ejemplo que no es posible discernir cuántos estudiantes participan por pregunta respondida, o que el contenido de la respuesta puede ser muy diferente. No obstante, este resultado ayuda a romper con el estigma de la ESTP (Mineduc, 2018), comúnmente concebida como una educación de segunda categoría y con poco trabajo real en la sala de clases. Muy por el contrario, en este estudio se observó que sí hay trabajo y participación de los estudiantes en la clase, lo cual es aún más meritorio al considerar que la mayoría de estos asisten a clases luego de una jornada completa de trabajo.

Indudablemente, por su naturaleza exploratoria, este estudio plantea muchísimas más interrogantes que las que contribuye a resolver. Por ejemplo, sería interesante explorar cómo es el uso de preguntas de los profesores universitarios, dado que sus obligaciones se expanden más allá de la docencia, especialmente para determinar si los resultados de este trabajo son comunes a toda la educación superior chilena, o incluso, latinoamericana. Otro ejemplo, es

determinar en qué medida influyen los contenidos cubiertos en el uso de preguntas. Una hipótesis sugerente desprendida de este trabajo es que al cubrir contenidos de estadística, los cuales podrían considerarse más conectados con la realidad de los estudiantes, se abren más oportunidades para que el docente use de preguntas auténticas. Asimismo, entender cómo es el conocimiento matemático de los docentes podría resultar esencial para explicar el uso de preguntas de los profesores, más aun teniendo en cuenta la diversidad de contextos disciplinares de los que provienen quienes enseñan en la ESTP y el efecto que este conocimiento del contenido tiene en la calidad de las matemáticas que se enseñan en la sala de clases (Ball et al., 2001).

4.2. Discusión metodológica

En este apartado se discutirán consideraciones sobre la metodología utilizada, que puedan ser de relevancia y utilidad para futura investigación que vaya en la misma línea. En primer lugar, ya se ha señalado que los resultados de esta investigación no son necesariamente extrapolables a todos los profesores de matemática de la ESTP. Esto ocurre principalmente por tres razones: el tamaño reducido de la muestra, la auto selección generada al buscar profesores voluntarios para participar y también, la ubicación de las instituciones participantes, todas de la Región Metropolitana de Santiago. A pesar de lo anterior, este estudio sí hace un avance importante al mostrar cómo, al igual que en otros países, los profesores hacen muchas preguntas en clases, pero no siempre generando oportunidades de participación para los estudiantes, especialmente cuando son preguntas de mayor profundidad cognitiva. Este y otros hallazgos presentados en el apartado anterior son antecedentes relevantes para la ESTP frecuentemente ignorados por el debate actual.

Ciertas limitaciones técnicas también podrían haber distorsionado los resultados de este trabajo. El equipo de audio que se utilizó para registrar las clases consistía en un micrófono de solapa y una cámara de grabación, ambos con foco en capturar la voz de los docentes. Por este motivo, es posible que no todas las intervenciones de los estudiantes hayan sido capturadas, especialmente las respuestas a las preguntas de confirmación inmediata, donde los estudiantes pueden incluso llegar a asentir en voz baja. Por esto, es posible que el porcentaje de preguntas respondidas haya sido subestimado, y por consecuencia también la incidencia de oportunidades de participación. Es importante recordar que, registrar lo que ocurre en una sala de clases es un proceso que es como mínimo, invasivo, aunque profesores y estudiantes lo permitan de buena fe. Por consiguiente, implementar equipos de registro más sofisticado tiene un costo muy alto, no solo en términos económicos, sino también por la posibilidad de perturbar las dinámicas de la clase bajo estudio. En esta investigación, se buscó un equilibrio entre un equipo que permitiera registrar la voz y acciones del docente con gran calidad, buscando intranquilizar el desarrollo de la clase en el mínimo posible.

La naturaleza cualitativa de la categorización impone grandes desafíos para este tipo de metodologías. Es fácil pensar que entre investigadores habrá un mínimo común de entendimiento sobre aquello que es considerado un pregunta y lo que no, o bien sobre aquello que es considerado matemático o no, y así con cada una de las categorías en análisis. La experiencia de este autor propone lo contrario: mientras más interés haya en entender lo que los docentes hacen y dicen en la sala de clase, más conflictivo resultará intentar encasillar ciertas acciones dentro de un categoría definitiva. Los análisis de confiabilidad utilizados por las investigaciones de esta naturaleza son fundamentales en este aspecto, sin embargo, pareciera haber incertezas metodológicas más profundas que la simple determinación del nivel cognitivo de una pregunta. Por ejemplo, algunas de las metodologías revisadas señalan haber descartado las preguntas no matemáticas sin especificar el criterio usado para discernir aquello que es matemático de aquello que no lo es, dejando una ambigüedad importante en los resultados. Es necesario hacer énfasis en este último aspecto, pues, de todas las categorías en cuestión, la barrera entre lo matemático y lo no matemático resultó ser la más difusa. Al detenerse en esta consideración, no sorprende que esto sea así, ya que de cierta forma, en una clase de matemática, esta disciplina permea todas las interacciones que ocurren, aunque no todas estén relacionadas estrechamente con conceptos o con el desarrollo de algún problema. De esta forma, no es trivial determinar dónde empieza y dónde acaba la matemática en las interacciones que ocurren. Este trabajo busca hacer un acercamiento a esta temática al dejar registro de la incidencia de aquello que fue considerado como no matemático. No obstante, aún es necesario avanzar la investigación en este aspecto, puesto que los resultados podrían afectar enormemente la fundación metodológica de este tipo de estudios.

Otro aporte distintivo de esta investigación es la incorporación de la categoría *parafraseo*. Su inclusión tenía por objetivo evitar el doble conteo de preguntas intrínsecamente idénticas, y que tuviesen por finalidad insistir sobre una interrogación ya realizada y no modificar el contenido de esta. Especialmente, se esperaba evitar la sobre estimación de oportunidades de participación frustradas en el uso de preguntas auténticas, donde podría aparecer este tipo de repeticiones mayoritariamente. La incidencia de este tipo de preguntas fue baja (3.2% del total de preguntas matemáticas) sin mayores diferencias en su uso entre docentes. De esta forma, esta categoría no agregó demasiada información a los resultados obtenidos, especialmente pues ninguno de los docentes observados utilizó la paráfrasis como un recurso común o preferente. No obstante, incorporar este elemento agrega diversidad a la muestra y, aunque no se dio en este caso, es posible que sea de gran utilidad en una muestra en que aparezca un docente con inclinación hacia ese tipo de preguntas.

Aunque la categorización de interacciones presente ciertos ámbitos que merecen discusión, es importante tener en cuenta que este tipo de metodologías logra ser útil dado que realiza abstracciones. Así como un mapa es útil en la medida que no muestra exactamente el detalle de la geografía real de una zona, ya que tal cantidad de información resultaría confusa, esta metodología es útil pues permite ilustrar la naturaleza de las interacciones entre estudiantes y docentes filtrando una parte importante de la enorme complejidad de lo que ocurre en el aula. Asimismo, este tipo de metodologías es útil para caracterizar lo que ocurre en las salas de clases con mayor profundidad que una clasificación basadas en metodologías. Después de una serie de observaciones, habría sido fácil catalogar las clases de la ESTP como exposición

(*lecture*), enmascarando la gran cantidad de interacciones que en ellas ocurren. Asimismo, bajo categorías como “enseñanza tradicional” se habría ocultado la notable participación de los estudiantes en clase y la diversidad de estrategias en el uso de preguntas y generación de oportunidades de participación de los profesores. Finalmente, este tipo de metodologías permiten describir y visibilizar el trabajo de los docentes en la sala de clase, representando la complejidad de su labor, misión en la que la investigación en educación tiene un rol fundamental (Mesa and Lande, 2014), especialmente en contextos desfavorecidos e incluso estigmatizados, como la ESTP chilena.

Dentro de la inmensidad de interacciones en la sala de clases, esta investigación simplificó al máximo el aporte de los estudiantes, reduciéndolo a una distinción binaria entre si se observaba una respuesta hablada de algún estudiante o no. Si bien esta simplificación tiene su fundamento en el foco y el alcance de esta investigación, este tipo de metodologías podría sofisticarse notablemente al profundizar el análisis sobre la participación de los estudiantes y los efectos que el uso de preguntas tiene en las dinámicas de la clase. Por ejemplo, a pesar de que el nivel cognitivo de las preguntas se ha investigado en una serie de trabajos ya mencionados, el nivel cognitivo de las respuestas de los estudiantes, su coherencia con respecto a la pregunta o la elaboración que los estudiantes hacen son temas mucho menos frecuentes de observar en la literatura de investigación matemática. Por supuesto, también se hace necesaria más investigación para indagar cómo el uso de preguntas contribuye al aprendizaje de los estudiantes en este tipo de clases y hasta dónde llega su capacidad para generar un aprendizaje activo del contenido.

Finalmente, una de las principales consideraciones de esta metodología es que su costo no es menor, pues requiere no solo el registro audiovisual de las clases y su transcripción, también la coordinación y trabajo en conjunto de investigadores que se encarguen de confeccionar un marco común de entendimiento para la categorización, y que posteriormente apliquen esta a todas las horas de material registrado. Por este mismo motivo, es dificultoso que este tipo de metodologías logre entregar resultados a los docentes en un marco temporal que permita una retroalimentación rápida y más complicado aún que logre escalar eficientemente a muestras de mayor tamaño. Algunas alternativas para enfrentar este desafío han comenzado a aparecer en la literatura, por ejemplo, la utilización de tecnologías de reconocimiento de audio y *machine learning* para realizar la transcripción de diálogos y categorización de las preguntas fue dada a conocer en un reciente trabajo (Kelly et al., 2018), mostrando resultados prometedores pero que aún tienen largo camino por recorrer. Sin duda que el costo y la escalabilidad de las intervenciones son factores cruciales para las instituciones, que no pueden dejar de lado la eficiencia a la hora de elegir iniciativas para contribuir a la labor de sus profesores. Por esto mismo, es trascendental que las instituciones educativas determinen en primer lugar cuáles son los objetivos educacionales a los que se apunta, y qué tipo de prácticas dentro de la sala de clase contribuyen a estos objetivos, antes de levantar metodologías como esta.

4.3. Recomendaciones

Los resultados de esta investigación, a pesar de las limitaciones mencionadas en los apartados anteriores, permiten destilar algunas recomendaciones para las instituciones de la ESTP y su relación con los docentes. No obstante, en primer lugar resulta imprescindible que las instituciones sopesen la importancia de los hallazgos de esta investigación, pues estos sugieren una profunda desconexión entre la misión de la ESTP y cómo esta es ejecutada a través de metodologías de enseñanza en la sala de clase. Estas metodologías podrían terminar coartando las posibilidades de desarrollo e inserción laboral de los estudiantes, poniendo finalmente en riesgo el objetivo que este tipo de instituciones se propone. Por el otro lado, a pesar de la preocupación que pueden generar estos resultados, cabe destacar que la investigación en educación entrega evidencia que hace del panorama mucho más esperanzador. En particular, se ha visto cómo los docentes son capaces de reflexionar sobre su uso de preguntas cuando son expuestos a instancias en las que se les permite examinar su labor (Moyer y Milewicz, 2002), y más aun, son capaces de ejecutar cambios importantes en su uso de preguntas en la sala de clase (Gall, 1970).

Con lo anterior en consideración, los resultados de este trabajo abren una gran ventana de oportunidad para que las instituciones generen cambios positivos de gran impacto en las dinámicas de las clases de matemática a través de opciones de desarrollo profesional, breves y efectivas, para sus docentes, enfocadas en el uso de preguntas. En primer lugar, es crucial que se lleven a cabo programas que permitan a los docentes entender la importancia del uso de preguntas auténticas y de entregar oportunidades de participación para que los estudiantes se involucren con estas preguntas. Este tipo de programas deben plantearse siempre desde un contexto disciplinario, es decir, deben hablar desde la matemática y además, no deben ser presentados de forma vaga o demasiado general (Gall, 1970). Por el contrario, se espera que este tipo de programas muestre, al menos en parte, un conjunto específico de ejemplos de preguntas que pueden ser utilizadas en diferentes instancias de la clase para entregar oportunidades de participación en las que se fomenten niveles profundos de trabajo cognitivo. Este tipo de sugerencias también pueden ser indicadas en el material de clase que estas instituciones entregan a sus docentes, el cual se ha mencionado como factor común para la propuesta estandarizada que estas ofrecen Droguett (2018). Al mismo tiempo, este tipo de programas abren una oportunidad importante y efectiva de retroalimentación, en que los directivos de las instituciones puedan indagar y comprender las limitaciones institucionales sobre las que los docentes llevan a cabo su labor. Varias de las tensiones entre las obligaciones institucionales y el quehacer de los docentes, presentadas por Droguett y Celis (en prensa) se han elucubrado como explicaciones para los resultados de este trabajo y por ende, las instituciones pueden mejorar notablemente sus políticas, y por ende facilitar la labor de los docentes, entendiendo como estos median con las obligaciones institucionales que se les hacen presentes.

Para este tipo de programas de desarrollo profesional, es clave tener en mente que las preguntas en la sala de clases no deben ser vistas como un fin en sí mismas (Gall, 1970),

por el contrario, son un elemento que interactúa con los otros agentes que participan del proceso de enseñanza y aprendizaje, y solo en la medida que lo hagan serán un medio para el fin deseado: el aprendizaje de los estudiantes. De esta forma, a pesar de que entrenar a los docentes pueda terminar produciendo resultados de aprendizaje, lo cual es beneficioso visto desde un paradigma proceso-producto (Carlsen, 1991), podría ser contraproducente si los docentes no desarrollan también una perspectiva completa de los fenómenos que ocurren en la sala de clases y de cómo las preguntas facilitan algunos de estos. En esta línea, las instituciones podrían beneficiarse utilizando estas metodologías para identificar casos de éxito en el uso de preguntas, los cuales puedan ser luego utilizados como ejemplos (mediante observaciones de pares o registro audiovisual) en instancias de formación profesional que permitan situar el uso efectivo de preguntas auténticas en un contexto real y cercano. Este tipo de instancias además, podría contribuir a crear la colegialidad matemática faltante en este tipo de instituciones (Droguett y Celis, en prensa).

Otra intervención profesional de interés para las instituciones de la ESTP, puede ser la implementación de metodologías de *estudio de clase* (revisar por ejemplo Lewis, Perry y Murata (2006)), las cuales promueven el trabajo colaborativo y la observación entre profesores con el fin de diseñar e implementar nuevas metodologías de enseñanza. Otra iniciativa de gran relevancia en el caso chileno es ARPA¹ (Activando la Resolución de Problemas en las Aulas), la cual busca implementar estrategias de desarrollo profesional docente que promuevan la resolución de problemas (donde el uso de preguntas es crucial), particularmente en educación matemática y científica. Este proyecto ha llevado metodologías activas de enseñanza a una gran diversidad de instituciones educativas a lo largo del país. También existen iniciativas que han mostrado resultados prometedores incorporando el uso de preguntas a las metodologías tradicionales, como *CUNY Start*, un programa de nivelación para estudiantes de la City University of New York. Este se caracteriza porque las clases expositivas incorporan un uso intensivo de preguntas por parte de los profesores (Scrivener y Logue, 2016), moviendo el enfoque desde el docente hacia los estudiantes.

Por supuesto, ninguna de estas recomendaciones tendrá sentido si las instituciones no conectan con uno de los principales desafíos de los sistemas educacionales del mundo: enseñar las “habilidades del siglo XXI”. Por esto mismo, es indispensable que las instituciones de ESTP examinen sus objetivos educacionales y cómo estos se ejecutan en la sala de clases. En esta línea, aparece comúnmente la necesidad de incorporar metodologías de aprendizaje activo, como el uso de preguntas de profundidad cognitiva y la generación de oportunidades de participación mediante estas. No obstante, se debe tener cuidado a la hora de diagnosticar la incidencia de este tipo de metodologías en las salas de clase. Como se mencionó anteriormente, por ejemplo, la forma en la que los docentes describen sus prácticas de enseñanza no necesariamente concuerda con lo que hacen en el aula (Mesa et al., 2014). Además, los llamados a la promoción de este tipo de metodologías por parte de las instituciones e investigadores, no siempre permean las prácticas de los docentes de la forma en que se espera (Kosko et al., 2014).

¹Para más información, visitar www.arpamat.cl

Por el otro lado, asumir que las metodologías tradicionales de aprendizaje son directamente negativas tampoco es un enfoque correcto. Como se vio, la exposición interactiva tradicional y algunas de sus prácticas, como el uso de preguntas rutinarias, además de producir un gran número de oportunidades de participación para los estudiantes, se pueden explicar por el contexto institucional y social en el que se lleva a cabo la enseñanza de matemática. Mediante este tipo de metodologías, los docentes buscan ser eficientes en la cobertura de los contenidos, haciendo que sus estudiantes se acerquen a un mínimo común de procedimientos fundamentales, de paso estimulando su confianza para desenvolverse matemáticamente. De esta forma, las instituciones no deben pensar en estas metodologías como una dualidad excluyente, sino como herramientas complementarias para enfrentar los desafíos impuestos por el contexto social y sistémico. Es importante tener en consideración estos antecedentes pues se ha visto que, con la intención de incorporar metodologías activas de enseñanza, algunas instituciones terminan produciendo dinámicas de clase que son aparentemente activas, pero que no generan el conocimiento más profundo del contenido que se espera de estas. Es decir, hay clases que incorporan metodologías activas sin que el aprendizaje activo efectivamente ocurra (Campbell et al., 2017).

Todo lo anterior converge en dos necesidades imperantes para las instituciones de ESTP. La primera necesidad es comprender cómo su misión es llevada a cabo por profesores y profesoras en las clases de matemática, indagando quiénes son, de dónde provienen, cómo es su labor en la sala de clases y cómo influyen las políticas institucionales en esta labor. La segunda necesidad es facilitar la ejecución de esta misión a través de programas de formación profesional, breves y efectivos, que apunten directamente a potenciar lo que los profesores hacen y dicen a la hora de enseñar matemática, y por ende que permitan mejorar los resultados de aprendizaje de sus estudiantes.

Conclusión

Frente al profundo desconocimiento sobre la enseñanza de matemática de la ESTP chilena; el cual cobra más urgencia al considerar el tamaño de este sector, este estudio se propuso indagar en el uso de preguntas de un grupo de docentes de estas instituciones, con el objetivo de caracterizar su enseñanza. En específico, se levantó un marco analítico con el propósito de determinar el nivel de profundidad cognitiva de estas preguntas y su capacidad para generar oportunidades de participación para los estudiantes de la clase, siendo estos dos elementos, fundamentales para la enseñanza de matemática. Mediante el registro audiovisual de estos profesores y el posterior análisis de estos registros, se logró determinar que los docentes hacen una gran cantidad de preguntas relacionadas con el contenido matemático durante la clase, abriendo un amplio espacio para la participación de los estudiantes. A pesar de esto, el nivel cognitivo de estas preguntas es frecuentemente poco profundo, es decir, insta al estudiante a recordar o aplicar procedimientos ya conocidos más que a desarrollar un pensamiento matemático creativo o crítico. Además, cuando estas preguntas alcanzan una mayor complejidad, se encontró mucho menos probable que los profesores generaran una oportunidad para que los estudiantes contestaran la pregunta y se involucraran directamente con el razonamiento en cuestión. Con esto en consideración, se declaran como cumplidos los objetivos de este trabajo de título.

Si bien el alcance de esta investigación no es suficiente para concluir sobre el sistema en su totalidad, este trabajo contribuye a la caracterización y entendimiento de este tipo de enseñanza, mediante dos líneas principales. En primer lugar, visibiliza la falta de oportunidades que los estudiantes tienen para involucrarse con contenido matemático de mayor complejidad, la cual puede ser trascendental en el desarrollo de competencias profesionales, hecho que con bastante probabilidad se repite en gran cantidad de las clases de matemática de este sector. En segundo lugar, señala posibles vertientes de acción e investigación, relacionadas directamente con el quehacer de los profesores y su vinculación con las instituciones, que estas pueden abordar para potenciar la labor de los docentes, transitando a nuevas metodologías de enseñanza que permitan mejorar los resultados de aprendizaje de sus estudiantes. Si bien estas indicaciones apuntan inicialmente a iniciativas institucionales, sus implicaciones a nivel sistémico deben ser consideradas por los hacedores de política pública, pues representan síntomas de problemas que podrían tener una preocupante profundidad en el sistema educacional del país. De esta forma, la evidencia aportada por este trabajo permite

mostrar la urgencia de suplir la escasez de investigación educacional aplicada, en cuya promoción organismos como el Ministerio de Educación deben cumplir un rol crucial. Por otro lado, esta evidencia abre las puertas a que el Estado potencie este sector mediante medidas diferentes a la tan discutida gratuidad, diseñando programas de intervención que permitan a las instituciones incorporar metodologías de aprendizaje activo.

Es poco frecuente encontrarse con este tipo de evidencia y propuestas de acción en el debate que se da actualmente en Chile sobre educación superior. Como se ha dicho anteriormente, este debate se da de forma incompleta, pues es muy poco lo que se habla sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje que ocurren en las aulas de estas instituciones. De esta forma, al caracterizar las prácticas de enseñanza de un grupo de docentes, las cuales sugieren que el sistema se encuentra una situación, cuando menos, riesgosa, este trabajo demuestra como la investigación en educación tiene muchísimo que aportar a la hora de explicar los resultados de aprendizaje de las instituciones educativas. El cristal con el que esta disciplina genera entendimiento es indispensable para el debate público, así como también lo son las miradas de la política pública y la economía.

Resultados similares a los de este trabajo se han obtenido a nivel internacional, en contextos de educación vocacional y universitaria, mostrando como las problemáticas de la enseñanza de matemática no difieren trascendentalmente entre países. No obstante, pareciera que el llamado a la transición hacia nuevas metodologías de aprendizaje y enseñanza, a pesar de ser sujeto de cuantioso debate en otros estados, aún no ha sabido hacer eco en Chile. De esta forma, este país se encuentra en un punto de quiebre importante, siendo desconocida aún la dirección a la que apuntará su trayectoria luego de este. Por un lado, es posible que esta ola de reforma educacional, basada en evidencia provista por la investigación en educación, siga tardando en llegar, y por ende, se dilate un estancamiento del desarrollo intelectual, tecnológico y económico de nuestro país, siempre a la zaga de las potencias mundiales. Por el otro lado, existe la posibilidad de que frente a esta notable oportunidad de reorientarse, Chile sea capaz de aprender de la experiencia internacional, y situarse como un líder en el cambio educativo. Esto no se logrará, sin embargo, sin la recopilación de evidencia educacional sólida que permita generar entendimiento e instruir reformas enfocadas en transformar las metodologías de enseñanza, aprendizaje y por su puesto, contribuir la compleja labor de los profesores y profesoras de este sistema.

Bibliografía

Agencia de Calidad de la Educación (2016). Panorama de la educación media técnico profesional en Chile.

Aschner, M. J. (1961). Asking questions to trigger thinking. *NEA Journal*, 50(6):44–46.

Attewell, P. A., Lavin, D. E., Domina, T., and Levey, T. (2006). New Evidence on College Remediation. *The Journal of Higher Education*, 77(5):886–924.

Bahr, P. R. (2010). Revisiting the efficacy of postsecondary remediation: The moderating effects of depth/breadth of deficiency. *The Review of Higher Education*, 33(2):177–205.

Ball, D. L., Lubienski, S. T., and Mewborn, D. S. (2001). Research on teaching mathematics: The unsolved problem of teachers' mathematical knowledge. *Handbook of research on teaching*, 4:433–456.

Boaler, J. and Brodie, K. (2004). The importance, nature, and impact of teacher questions. In *Proceedings of the twenty-sixth annual meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, volume 2, pages 774–790. Citeseer.

Campbell, C. M., Cabrera, A. F., Michel, J. O., and Patel, S. (2017). From comprehensive to singular: a latent class analysis of college teaching practices. *Research in Higher Education*, 58(6):581–604.

Canales, A. (2016). Diferencias Socioeconómicas en la postulación a las universidades chilenas: El rol de factores académicos y no académicos. *Calidad en la Educación*, 44:129–157.

- Carlsen, W. S. (1991). Questioning in classrooms: A sociolinguistic perspective. *Review of educational research*, 61(2):157–178.
- Celis, S. and Arancibia, R. (2018). Medición de confiabilidad para instrumentos de observación. Technical report, Unidad de Investigación en Educación de la Ingeniería y Ciencias, Santiago.
- Celis, S. and Droguett, F. (en prensa). Influencia del contexto institucional en el trabajo de los profesores de matemáticas en la educación superior técnico-profesional en Chile. *Estudios Pedagógicos*.
- Cohen, D. K., Raudenbush, S. W., and Ball, D. L. (2003). Resources, instruction, and research. *Educational evaluation and policy analysis*, 25(2):119–142.
- Contreras, M. A., Corbalán, F., and Redondo, J. (2007). Cuando la suerte está echada: Estudio cuantitativo de los factores asociados al rendimiento en la PSU. *Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 5(5):259–263.
- Cruce, T. M., Wolniak, G. C., Seifert, T. A., and Pascarella, E. T. (2006). Impacts of good practices on cognitive development, learning orientations, and graduate degree plans during the first year of college. *Journal of College Student Development*, 47(4):365–383.
- Droguett, F. (2018). Influencia del contexto institucional en el trabajo de las y los profesores de matemáticas en la educación superior técnico-profesional en Chile.
- Farías, M. and Sevilla, M. P. (2015). Effectiveness of vocational high schools in students' access to and persistence in postsecondary vocational. *Research in Higher Education*, 56(7):693–718.
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., and Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23):8410–8415.
- Gall, M. D. (1970). The use of questions in teaching. *Review of educational research*, 40(5):707–721.
- Gobierno de Chile (2018). Proyecto de ley: la Gratuidad se extenderá al 70 % más vulnerable

de los estudiantes de educación técnico-profesional.

Hora, M. T. (2014). Limitations in experimental design mean that the jury is still out on lecturing. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(30):E3024–E3024.

Initiative, C. C. S. S. et al. (2010). Common core state standards for mathematics (ccssm). washington, dc: National governors association center for best practices and the council of chief state school officers.

Kelly, S., Olney, A. M., Donnelly, P., Nystrand, M., and D’Mello, S. K. (2018). Automatically measuring question authenticity in real-world classrooms. *Educational Researcher*, 47(7):451–464.

Kosko, K. W., Rougee, A., and Herbst, P. (2014). What actions do teachers envision when asked to facilitate mathematical argumentation in the classroom? *Mathematics Education Research Journal*, 26(3):459–476.

Kunter, M. and Voss, T. (2013). The model of instructional quality in coactiv: A multicriteria analysis. In *Cognitive activation in the mathematics classroom and professional competence of teachers*, pages 97–124. Springer.

Larson, L. R. and Lovelace, M. D. (2013). Evaluating the efficacy of questioning strategies in lecture-based classroom environments: Are we asking the right questions? *Journal on Excellence in College Teaching*, 24(1).

Laursen, S. L., Hassi, M.-l., Kogan, M., Weston, T. J., Laursen, S. L., Hassi, M.-l., Kogan, M., and Weston, T. J. (2014). Benefits for Women and Men of Inquiry-Based Learning in College Mathematics : A Multi-Institution Study. *National Council of Teachers of Mathematics*, 45(4):406–418.

Lewis, C., Perry, R., and Murata, A. (2006). How should research contribute to instructional improvement? the case of lesson study. *Educational researcher*, 35(3):3–14.

Martino, A. M. and Maher, C. A. (1999). Teacher questioning to promote justification and generalization in mathematics: What research practice has taught us. *The Journal of Mathematical Behavior*, 18(1):53–78.

- Mesa, V. (2010). Student participation in mathematics lessons taught by seven successful community college instructors. *Adults learning mathematics*, 5(1):64–88.
- Mesa, V. and AI@CC Research Group (2017). Algebra teaching: Some thoughts for classroom observation. *Paper presented at the Problem Solving in Patagonia, Punta Arenas, Chile*.
- Mesa, V., Celis, S., and Lande, E. (2014). Teaching approaches of community college mathematics faculty: Do they relate to classroom practices? *American Educational Research Journal*, 51(1):117–151.
- Mesa, V. and Lande, E. (2014). Methodological considerations in the analysis of classroom interaction in community college trigonometry. In *Transforming Mathematics Instruction*, pages 475–500. Springer.
- Ministerio de Desarrollo Social (2016). Casen 2015, Educación: Síntesis de Resultados.
- Ministerio de Educación (2015a). Educación Técnico-Profesional.
- Ministerio de Educación (2015b). Estrategia Nacional de Formación Educación Técnico-Profesional.
- Ministerio de Educación (2016). Se promulga la ley que crea 15 Centros de Formación Técnicas estatales.
- Moyer, P. S. and Milewicz, E. (2002). Learning to question: Categories of questioning used by preservice teachers during diagnostic mathematics interviews. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 5(4):293–315.
- Muñoz, P. and Redondo, A. (2013). Desigualdad y logro académico en Chile. *Revista CEPAL*, 109:107–123.
- Nehm, R. H. (2014). Discipline-based education research: Understanding and improving learning in undergraduate science and engineering, by susan r. singer, natalie r. nielsen, and heidi a. schweiggruber (eds.). national academies press, washington, dc, usa, 2012. xi+264 pp. isbn 978-0-309-25411-3. *Science Education*, 98(3):543–546.

- Nystrand, M., Wu, L. L., Gamoran, A., Zeiser, S., and Long, D. A. (2003). Questions in time: Investigating the structure and dynamics of unfolding classroom discourse. *Discourse processes*, 35(2):135–198.
- OECD (2014). Skills Beyond School: Synthesis Report. Technical report, OECD Reviews of Vocational Education and Training.
- Paoletti, T., Krupnik, V., Papadopoulos, D., Olsen, J., Fukawa-Connelly, T., and Weber, K. (2018). Teacher questioning and invitations to participate in advanced mathematics lectures. *Educational Studies in Mathematics*, 98(1):1–17.
- Paredes, R. (2018). Desafíos en educación superior técnico-profesional. In Sanchez, I., editor, *Ideas en educación II: Definiciones en tiempos de cambio*, chapter 14, pages 415 – 443. Ediciones UC, Santiago, primera edition.
- Rockoff, J. (2004). The Impact of Individual Teachers on Student Achievement: Evidence from Panel Data. *American Economic Association*, 94(2):247–252.
- Scrivener, S. and Logue, A. W. (2016). Building college readiness before matriculation: A preview of a cuny start evaluation. research brief. *MDRC*.
- Servicio de Información de Educación Superior (2018a). Informe Matrícula 2018 en Educación Superior en Chile. Technical report, Ministerio de Educación.
- Servicio de Información de Educación Superior (2018b). Informe retención de primer año de pregrado: Cohortes 2012 - 2016.
- Sevilla, M. P. (2012). Educación Técnica Profesional en Chile: Antecedentes y Claves de Diagnóstico. *Centro de Estudios Ministerio de Educación*.
- Sfard, A. (2001). There is more to discourse than meets the ears: Looking at thinking as communicating to learn more about mathematical learning. *Educational Studies in Mathematics*, 46(1-3):13–57.
- Stains, M., Harshman, J., Barker, M. K., Chasteen, S. V., Cole, R., DeChenne-Peters, S. E., Eagan, M., Esson, J. M., Knight, J. K., Laski, F. A., et al. (2018). Anatomy of stem teaching in north american universities. *Science*, 359(6383):1468–1470.

Stein, M. K., Remillard, J., and Smith, M. S. (2007). How curriculum influences student learning. *Second handbook of research on mathematics teaching and learning*, 1(1):319–370.

Tobin, K. (1986). Effects of teacher wait time on discourse characteristics in mathematics and language arts classes. *American Educational Research Journal*, 23(2):191–200.

Yackel, E. and Cobb, P. (1996). Sociomathematical norms, argumentation, and autonomy in mathematics. *Journal for research in mathematics education*, pages 458–477.

Apéndice A

Protocolo de entrevista inicial

Protocolo de Entrevistas Iniciales

Proyecto EMAA – Fondecyt N°11160656

Antecedentes personales y rapport

1. ¿Cómo llegó a enseñar matemáticas en educación superior y a esta institución en particular?

Percepciones sobre los estudiantes

2. ¿Qué tipos de estudiantes son los que asisten a sus clases?
3. ¿Qué tan motivados y preparados están los estudiantes en sus clases?
4. ¿Qué necesitan sus estudiantes de usted como instructor?
5. ¿Qué cambios cognitivos o afectivos ve en sus estudiantes durante el semestre?

Prácticas de enseñanza

6. ¿Cómo usa los diferentes tipos de instrucción? Ej., trabajo en grupo, individual, exposición, tecnología.

7. ¿Qué hace usted para ayudar a sus estudiantes dentro y fuera de la sala de clase?
8. ¿Qué tipo de materiales (ej., textos, sitios web) y otros recursos usa para preparar sus clases?

Concepciones sobre la enseñanza

9. ¿Cómo definiría la buena enseñanza?

Influencias institucionales en la enseñanza

10. Cómo describiría la relación con sus colegas, ¿hablan de enseñanza?
11. En su opinión, ¿Qué espera la institución de su enseñanza?
12. ¿Qué recursos e infraestructura están disponible para apoyar su enseñanza?
13. ¿De qué forma la institución evalúa o incentiva una enseñanza más efectiva o innovadora?
14. ¿Qué pasos adicionales debería tomar la institución para mejorar la efectividad y la innovación de la enseñanza?
15. ¿Qué asuntos importantes están sucediendo en la institución o en la comunidad general que afecten su enseñanza?

Muchas gracias, ¿tiene algo más que decir que no hayamos discutido hasta el momento y sea importante para nuestra investigación?

Nota: Protocolo traducido y adaptado del usado por Mesa y colegas, 2014.

Apéndice B

Protocolo de entrevista final

Esta entrevista tiene dos fines: a) es una instancia de retroalimentación al profesor en base a las observaciones realizadas y b) una reflexión de los profesores en base a los datos exhibidos y los comentarios realizados. Al inicio hay que recordar el objetivo del proyecto EMAA y la importancia de la participación del profesor.

Primera Parte

- Presentar a modo general en qué consistieron las observaciones realizadas, explicando el log de actividades, el log de problemas, y el mapa de interacciones (vía ejemplos del profesor entrevistado).
- Presentar el resumen general e individual de los logs de actividades, y esto acompañado de apreciaciones generales y sugerencias del equipo de investigación (basado en los memos).

Segunda parte

Apreciación general

1. ¿Crees que los resultados presentados reflejan tus clases de matemáticas? ¿De qué manera las reflejan o no?
2. ¿De las dimensiones presentadas y discutidas hasta ahora (ej., exposición, interacción con preguntas, discusión, trabajo individual y grupal) cuáles te parecen más relevantes?
3. ¿Alguna dimensión en particular que te gustaría incentivar o desincentivar en tus clases?

¿Cómo crees que la institución podría apoyarte en eso?

Apreciaciones particulares sobre interacciones en la sala de clases

4. ¿Cómo describirías al grupo de estudiantes que participa más en tu sala de clases? ¿Y a aquellos que participan menos? ¿Observas diferencias de participación según género en tu sala de clases?
5. ¿Cómo describirías el uso de tus preguntas en la sala de clases y cuál crees tú es el efecto de ellas en los estudiantes?
6. ¿Qué actividad en tus clases crees que motiva a tus estudiantes a pensar en la matemática tanto dentro como fuera de la sala? (nota: pensar más allá de las evaluaciones o tareas)

Muchas gracias, ¿tiene algo más que decir que no hayamos discutido hasta el momento y sea importante para nuestra investigación?