



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

**CARACTERIZACIÓN DE LAS INTERACCIONES DE AULA EN CLASES DE  
MATEMÁTICAS EN INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR DE ACCESO  
ABIERTO**

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL**

**DANNY ÁNGEL RODRIGO GARAY HORMAZÁBAL**

PROFESOR GUÍA:  
SERGIO CELIS GUZMÁN

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:  
MAURICIO FARÍAS ARENAS  
VÍCTOR PÉREZ VERA

SANTIAGO DE CHILE  
2020

**RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR AL  
TÍTULO DE:** Ingeniero Civil Industrial  
**POR:** Danny Ángel Rodrigo Garay Hormazábal  
**FECHA:** Abril 2020  
**PROFESOR GUÍA:** Sergio Celis Guzmán

## **CARACTERIZACIÓN DE LAS INTERACCIONES DE AULA EN CLASES DE MATEMÁTICAS EN INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR DE ACCESO ABIERTO**

La educación superior en Chile se caracteriza por ser un modelador de la trayectoria profesional de sus estudiantes, en particular, las instituciones de educación superior de acceso abierto, representadas por los centros de formación técnica (CFT), los institutos profesionales (IP) y las universidades no selectivas. Los inscritos en CFT e IP, que pertenecen a la Educación Superior Técnico Profesional (ESTP), representan al 40% de la matrícula total de la Educación Superior. Los estudiantes de este tipo de instituciones pertenecen usualmente a estratos socioeconómicos bajos y con débil formación escolar. Sus resultados académicos están en estrecha relación con cómo aprenden en las salas de clases, por lo que completar este nivel de formación profesional aparece como una alternativa en busca de la movilidad social.

Resulta importante caracterizar y comprender los procesos de aprendizajes que ocurren en las instituciones de educación superior de acceso abierto, en especial, en la ESTP, ya que han sido poco investigadas y sus resultados académicos se pueden explicar por la enseñanza que se practica en sus aulas. Existen antecedentes a nivel internacional respecto a la relevancia de la educación matemática en este tipo de instituciones, que explican fenómenos como la deserción y retención. La matemática es una de las materias más predominantes en primer año de la ESTP y forma parte de la mayoría de las carreras que se imparten. Esta investigación propone caracterizar la enseñanza de la matemática mediante las interacciones que suceden en las clases, el ambiente educativo y las prácticas de instrucción docente, con el fin de guiar la toma de decisiones y las políticas que influyen en lo que ocurre en el aula. Los datos de esta investigación consisten en la observación de 50 clases, correspondientes a 19 docentes de 6 instituciones de educación superior de acceso abierto, siendo analizados de forma cualitativa y cuantitativa, en base a un marco conceptual y analítico inspirado en investigaciones de educación matemática realizadas en contextos similares.

Los resultados muestran clases con alta participación, donde existen tanto grupos significativos de estudiantes que concentran las interacciones como aquellos que no participan en ninguna ocasión de la clase. Asimismo, se encuentra que la cantidad de estudiantes y la duración de las clases tienen un efecto negativo en la participación por estudiante. Además, se evidencia la relación entre el género del docente y el horario en que ocurre la clase con las estrategias de enseñanza usadas, donde existe un predominio transversal de la clase expositiva como práctica de instrucción más usada. Esta memoria aporta con sugerencias metodológicas a futuras investigaciones en educación, con énfasis en la importancia del uso de instrumentos que caractericen y registren de manera consistente la enseñanza que se experimenta en la sala de clases. También esta memoria contribuye a entender con mayor profundidad la complejidad del desafío, para poder guiar mejor las decisiones institucionales y de los profesores sobre su instrucción, para obtener mejores clases y resultados de aprendizaje de los y las estudiantes.

# Dedicatoria

*“Nosotros nos resistimos a invertir en aquello que no se percibe inmediatamente. Yo puse mucho esfuerzo y lo puse por vocación.”*

Marcelo Bielsa.

Para todos y todas quienes se esfuerzan por alcanzar un mundo más justo a través de la educación.

# Agradecimientos

A mi familia, por formarme y darme todos los valores y las herramientas para que pueda alcanzar mis metas.

A Sergio Celis, por su constante guía y acompañamiento en este proceso, además de permitirme desarrollar esta etapa de la carrera en un ámbito de mi interés.

A quienes me permitieron conocer más realidades y estuvieron dispuestos a conversar, compartir y trabajar por sueños comunes. Gracias por todo el aprendizaje extracurricular.

# Tabla de contenido

<b>Introducción</b>	1
<b>1. Marco conceptual</b>	7
1.1. Enseñanza y aprendizaje	7
1.2. Instrucción de la matemática	7
1.3. Interacción en aula	8
1.4. Ambiente educativo en aula	9
1.5. Protocolos de observación	10
<b>2. Metodología</b>	12
2.1. Contexto de la investigación	12
2.2. Muestra	12
2.3. Recopilación de datos	13
2.4. Marco Analítico	15
<b>3. Resultados</b>	17
3.1. Características generales de las clases observadas	17
3.2. Resultados del análisis de relaciones de las clases observadas	20
3.2.1. Sobre la participación	21
3.2.2. Sobre las prácticas de enseñanza docentes	23
3.2.3. Sobre la influencia del género docente y de los estudiantes	25
3.3. Otras observaciones	27
<b>4. Discusión</b>	28
4.1. Discusión de los resultados	28
4.2. Discusión de la metodología	31
4.3. Limitaciones	32
4.4. Recomendaciones	33
<b>5. Conclusión</b>	34
<b>Bibliografía</b>	36
Apoyos institucionales	40
<b>Anexos y apéndices</b>	41
Anexo 1	41
Anexo 2	42
Anexo 3	43
Anexo 4	44
Anexo 5	44
Apéndice A	46
Apéndice B	47

# Introducción

El estallido social que remeció al país en octubre de 2019 ha reflejado un profundo malestar de la población, el cual se ha arrastrado por décadas. El alza de la tarifa del sistema de transporte público despertó un descontento general en torno a un modelo económico que ha reproducido la injusticia y las desigualdades. Las deudas sociales que han causado esta crisis están presentes en el sistema de pensiones, el transporte público, la salud, la corrupción, la educación y la movilidad social. Estos últimos dos puntos son los que motivan esta investigación.

Existen variados factores que influyen en la movilidad social, entendida como el cambio temporal de las posiciones de las personas en la estructura social jerárquica (Torche & Wormald, 2004), siendo la educación uno de los más importantes. La discusión en torno a educación ha estado permanentemente motivada por la movilización social, como la ocurrida en 2011. En Sanhueza, Cornejo & Leyton (2015) se plantea la relevancia de educación como un agente de cambio, en particular, de la educación superior como motor de la transición de un estrato social a otro. Para comprender de mejor manera esta estratificación social, es necesario conocer las cifras de la educación superior.

El sistema de educación superior en Chile posee más de 1,2 millones de estudiantes (SIES, 2018a), los cuales están distribuidos en 159 instituciones de cuatro tipos: las Universidades, los Institutos Profesionales (IP), los Centros de Formación Técnica (CFT) y las Instituciones de Educación Superior de las Fuerzas Armadas de Orden y Seguridad. Una característica que diferencia a estas instituciones es la certificación de títulos y grados académicos que pueden otorgar. Las universidades pueden entregar títulos profesionales, títulos técnicos y grados académicos; los IP pueden conceder títulos profesionales y técnicos, mientras que CFT solo están facultados para entregar títulos técnicos de nivel superior.

De acuerdo con los datos de la matrícula de educación superior del año 2018 (SIES, 2018a), la cantidad de estudiantes incrementó un 41,6% en el período 2009-2018. Al desglosar por tipo de institución, se muestra que las universidades poseen el 59,4% de la matrícula, mientras que los IP representan el 29,7% y los CFT poseen el 10,8% del total, donde las instituciones que más crecieron en este período fueron los IP, con un incremento del 98%. Para el año 2018, las y los matriculados de primer año en carreras impartidas por CFT e IP superaron a los que lo hacían en carreras universitarias, representando un 53,7% del total de estudiantes.

Entre 1990 y 2013, la cobertura de educación superior pasó de un 12,9% a un 36,8% (ver Anexo 1), explicado por la amplia matrícula de educación escolar; las políticas de financiamiento, que le permitieron a más personas cumplir con los requisitos para acceder a una educación mayor, y a la libertad y baja regulación con respecto a la creación y crecimiento de este tipo de instituciones (Paredes, 2012, 2015).

Es importante considerar la realidad socioeconómica de los alumnos de la educación superior, donde existe una marcada diferencia entre los estudiantes de la educación superior técnico profesional (ESTP) respecto a quienes estudian en universidades (Ministerio de Desarrollo Social,

2016). En el 2013 el 37,0 % de los estudiantes provenientes del primer quintil asistían a la ESTP, mientras que del quinto quintil solo lo hacía el 17,5%.

Este contraste se explica en parte por el sistema de admisión a la educación superior, la Prueba de Selección Universitaria (PSU). Las universidades adscritas al Sistema Único de Admisión (SUA) utilizan este instrumento para seleccionar a sus postulantes, mientras que, en las instituciones de acceso abierto, compuesta por los IP, CFT y las universidades abiertas, no se exige necesariamente como requisito el rendir esta prueba o algún puntaje de corte para la admisión. Investigaciones han evidenciado una estrecha relación entre los resultados en la PSU de los postulantes y las desigualdades económicas en el acceso a la educación superior universitaria (Canales, 2016), así como en las probabilidades de retención y de titulación (Paredes, Meneses & Blanco, 2018). También entrega información sobre el perfil de los estudiantes de la ESTP que el 44,3% de ellos curse jornadas vespertinas de estudios, cuando el promedio de la matrícula de Educación Superior es de 27,4% (SIES, 2014a). Esta diferencia está asociada en gran parte a que quienes estudian carreras técnicas lo hacen mientras trabajan, ya que existe la necesidad de ser una fuente del sustento económico para su hogar (Sepúlveda, 2016). Además, los estudiantes de la educación superior difieren de acuerdo con el tipo de establecimiento en que cursaron la educación media; de los egresados de colegios científicos humanistas, accedió un 33.4% a IP y CFT, mientras que quienes terminaron su enseñanza en colegios técnicos profesionales ingresaron en un 68.2% a este tipo de instituciones (SIES, 2017). Aquí subyace, de acuerdo con lo expuesto en Farías & Carrasco (2012), la diferencia de los resultados académicos que obtienen estos estudiantes en PSU, ya que esta prueba tiene un mayor énfasis en los contenidos del currículum de la enseñanza media científica humanista por sobre la modalidad técnico profesional.

Existen problemas particulares a la ESTP, como la deserción, la retención y la persistencia. La deserción se entiende como los alumnos que no continúan en una carrera luego del primer año de estudios; la retención corresponde a la proporción porcentual entre el número de estudiantes de una carrera o programa en un año dado, y la cantidad que se mantiene como estudiantes al año siguiente en la misma institución, mientras que la persistencia en educación superior se define como la razón entre el número de estudiantes de una carrera en un determinado año y el número de estudiantes que se mantiene en alguna institución de Educación Superior al año siguiente. Los niveles de retención y persistencia de primer año son significativamente menores en CFT e IP respecto a las universidades, como se puede apreciar en la Tabla 1 (SIES, 2018b). También se han encontrado diferencias en las tasas de deserción estudiantil que abandonan la educación superior, donde el 71,2% de los matriculados en universidades que desertan al primer año reingresaron a algún tipo de institución de educación superior, mientras que para los IP y CFT esta cifra es solo alcanza el 37,1% y 38,3%, respectivamente (SIES, 2019).

**Tabla 1**

*Tasas de retención y persistencia en primer año para carreras de pregrado por tipo de institución, cohorte 2017.*

Tipo de Institución	Retención 1° año	Persistencia 1° año en ES
CFT	68,7%	75,2%
IP	70,9%	76,4%
Universidades	78,7%	89,2%
<b>Total general</b>	<b>74,0%</b>	<b>81,9%</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de datos SIES, 2018b.

Existe evidencia de que aquellos que completan la instrucción en este tipo de instituciones presentan un alto grado de empleabilidad, alcanzando, para el caso del 20% de las carreras más rentables de la ESTP, niveles mayores de inserción laboral que el promedio de las carreras universitarias, por lo que cumplen un rol importante en términos de movilidad social (Sevilla, 2012). Estos datos cobran mayor relevancia teniendo en cuenta el contexto socioeconómico del estudiante de ESTP que no termina su formación ni vuelve de manera definitiva al sistema educativo.

Considerando esta realidad, no ha existido la suficiente investigación en ESTP que identifique y responda a la reconfiguración del perfil los empleos, la relevancia de las competencias emprendedoras ni al fomento en innovación (Enfoque de políticas ESTP N°1, 2019). En comparación a otros países, estas instituciones son un actor importante del sistema educativo; por ejemplo, en Finlandia y Singapur, reconocidos por la alta calidad de su Educación Superior, implementaron iniciativas que posicionaron en sus sistemas a la ESTP como referente de calidad, dándoles identidad y objetivos propios (Paredes & Sevilla, 2015). También existe el caso de los community college en Estados Unidos, que han sido objeto de diversas investigaciones. Los community college educan a aproximadamente la mitad de los estudiantes en Estados Unidos (Dowd et al., 2006) y reciben a cualquier egresado de la educación secundaria, con programas diurnos y vespertinos, por lo que el símil con las instituciones de ESTP chilenas es, al menos, válido.

A nivel nacional, la ESTP ha tenido mayor atención que en décadas pasadas, traducidos estos esfuerzos en reformas y estrategias nacionales (Mineduc, 2015); también se ha avanzado en medidas que facilitan el acceso y financiamiento, como la gratuidad a estudiantes matriculados en CFT e IP acreditados y que pertenezcan al 70% de las familias más vulnerables del país; la creación de 15 CFT estatales y una mejor articulación entre la educación media y la educación superior técnico profesional (Gobierno de Chile, 2018). A pesar de estos esfuerzos, siguen existiendo brechas, reflejadas en cómo se distribuyen los recursos invertidos en estos tipos de instituciones. El gasto per cápita, es decir, el gasto por estudiante de carreras de ciclo corto equivale a un 40% del gasto por estudiante en los niveles de licenciatura (Enfoque de políticas ESTP N°2, 2019), a la vez que se les exige a las instituciones de ESTP que desarrollen innovación e investigación, sin tener en cuenta el alcance de estos términos ni su financiamiento.

Estos enfoques, de tintes macroeconómicos y de política pública, no han sido suficiente para abordar la globalidad y los desafíos de la ESTP, en particular, no se han complementado con la descripción y análisis de los procesos de enseñanza y aprendizaje que ocurren en estas instituciones, lo que ocurre en sus aulas y las interacciones propias de una clase, lo que puede dar

indicios sobre los factores que determinan los resultados educativos de estos establecimientos. En particular, la importancia de las matemáticas ha sido señalada en investigaciones anteriores en educación superior. Son un factor influyente en el acceso a la universidad (Kim et al. 2015), además, la experiencia en aulas de matemáticas es el aspecto que más puede determinar el éxito de los estudiantes (Mesa, 2007). Se ha resaltado también el enfoque en las matemáticas, debido a su papel destacado en la educación superior y su centralidad en las competencias de la fuerza laboral contemporánea (Blair et al., 2013), en especial, en las disciplinas STEM (Science, Technology, Engineering & Mathematics).

Entendiendo que en muchas mallas curriculares los cursos de matemáticas representan una dificultad en la continuidad de los estudios, resulta relevante saber cuántos estudiantes cursan esta materia en sus respectivas carreras. En Estados Unidos, en el año 2010, el 25% de los estudiantes de educación superior cursó algún ramo de matemática (Blair et al., 2013), mientras que en Chile, aun cuando no hay un conteo oficial, una buena aproximación es que el 67% de la matrícula de pregrado está concentrada en las áreas de tecnología, administración y comercio y salud (CNED, 2018), las cuales son disciplinas STEM, en las que la matemática es un curso importante dentro de los planes de estudio. En cuanto a lo que pasa en el aula, a nivel local se ha encontrado evidencia de que cuando los instructores usan un enfoque basado en la investigación y más estudiantes participan compartiendo sus argumentos, era más profundo el contenido matemático adquirido (Celis, Toro-Vidal & Quiroz, 2017). Otras investigaciones han subrayado la importancia de la conversación matemática para el éxito del aprendizaje matemático, la forma en que se enseña y la forma en que pensamos sobre el aprendizaje a través del discurso (Sfard, 2001). Aporta también a esta investigación lo hallado en Freeman et al. (2014), donde no solo se encontró que el aprendizaje activo aumentaba el rendimiento en carreras STEM, sino que se plantearon preguntas acerca del uso continuado de clases tradicionales como variable de control en estudios de investigación, apoyando el aprendizaje activo como una práctica de enseñanza validada en salas regulares o corrientes.

Dada el escaso conocimiento que existe sobre lo que sucede en las clases de matemáticas en la ESTP chilena, es importante revisar la evidencia que existe en contextos similares. Es necesario considerar cómo interactúan con los objetos y herramientas materiales, así como su interacción con otras personas dentro de contextos de actividad (Lave, 1988). Para comprender de manera adecuada cómo los profesores planifican y enseñan sus cursos, un antecedente válido es lo expuesto en Droguett & Celis (2018), donde abordan la realidad de los profesores de matemática de la ESTP chilena y cómo influye el contexto institucional en sus trabajos: la mayoría de los profesores son licenciados en pedagogía matemática y se dedican como actividad principal a la docencia, en contraste con los profesores de especialidad que realizan clases en la ESTP. Otra característica de estos docentes es que tienen una mejor experiencia al enseñar en este tipo de instituciones por sobre los establecimientos de educación media, explicado en gran parte por una mayor motivación e interés de los estudiantes por aprender. En cuanto al contexto institucional, se describen obligaciones que determinan de manera tácita sus labores, como el calendario académico, horarios de trabajo y de clases y políticas de evaluación de la institución.

Si se analiza con mayor detalle, no existen estudios que relacionen la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas con la retención y la persistencia en instituciones de educación superior de acceso abierto en Chile. En el ámbito a nivel internacional sí existen investigaciones que sitúan el desempeño en matemática como uno de los principales factores que determinan si un estudiante abandona o no sus estudios (Attewell et al., 2006). Las matemáticas representan para muchos

estudiantes una gran barrera tanto de entrada como de permanencia en sus estudios, dado que estos cursos son requisitos de los siguientes, y deben aprobarlos para completar los planes de estudios de las carreras respectivas.

Alrededor de esta asignatura está presente el miedo, el fracaso, la reprobación y la deserción. Hay mucha matemática en los cursos de educación superior de las instituciones de acceso abierto, donde se encuentran estudiantes con disposición a aprender y profesores que buscan hacer la diferencia respecto a lo que sucede en sus clases. Se necesita saber qué pasa en la sala de clases, ya que constituye el centro del sistema educativo, además de conocer cómo influyen los factores institucionales y el ambiente educativo en lo que sucede en las aulas. Es importante este punto de vista, considerando que describir un proceso de aprendizaje y las interacciones en aula es un fenómeno complejo, por lo tanto, es necesario complementar el análisis de los tópicos planteados normalmente en este ámbito, como lo son la cantidad de estudiantes, los recursos invertidos y los resultados obtenidos, para poner el foco en el cómo y en qué es lo que sucede en las salas de clases.

Se conoce muy poca información detallada sobre los tipos de instrucción que los estudiantes realmente experimentan. El trabajo que aquí se presenta arroja luces sobre lo que ocurre en las salas de clases de matemática de las instituciones de acceso abierto, sobre las interacciones que se dan entre profesores y estudiantes, cómo se enseña y aprende.

# Objetivos

## Objetivo General:

Caracterizar la influencia del contexto institucional y el ambiente educativo en las interacciones en las clases de matemáticas de instituciones de educación superior de acceso abierto, que permita entender y orientar la toma de decisiones en la enseñanza y políticas que influyan en la sala de clases.

## Objetivos Específicos:

1. Caracterizar la enseñanza de la matemática en instituciones de acceso abierto a través de niveles de participación, uso de espacios y prácticas de instrucción docente.
2. Identificar diferencias institucionales, características y prácticas de la enseñanza de matemática que permitan entender su influencia en las interacciones en las aulas de instituciones de educación superior de acceso abierto.

# 1. Marco conceptual

Este trabajo se enmarca en los conceptos utilizados en literatura de investigación en educación, con énfasis en la educación superior y en la enseñanza de la matemática, por lo que, para entender, interpretar y analizar los datos, se da cuenta del estado del arte de conceptos afines a la investigación.

## 1.1. Enseñanza y aprendizaje

Comprendiendo lo difícil que es abarcar el estudio y la evidencia cuando se trata de enseñanza, es que se trabajará bajo una conceptualización para la investigación; en específico, la del modelo propuesto por Cohen et al. (2003), que propone entender la enseñanza como un trabajo compartido entre profesores y estudiantes sobre un contenido, dentro de una sala de clases. La enseñanza en sí misma se ve como una práctica multifacética que abarca al maestro, los alumnos y las características de la tarea de instrucción (Cohen & Ball, 1999). Las teorías constructivistas del aprendizaje reconocen que este fenómeno está mediado por las interacciones y las herramientas, como el lenguaje, que están disponibles para los estudiantes en cualquier momento dado (Bakhtin, 1981; Vygotsky, 1986). Una investigación atinente a este trabajo es la de Droguett & Celis (2018), que pone en relevancia el vínculo entre la enseñanza y los contextos sociales e institucionales en los que ocurre este proceso de aprendizaje.

## 1.2. Instrucción de la matemática

Se entenderá la instrucción como lo que hacen los profesores en las aulas con sus estudiantes y con el contenido matemático (Cohen et al., 2003). Por contenido se hace referencia, en particular, al conocimiento, las habilidades y las disposiciones que los instructores, las instituciones o la sociedad consideran apropiados para que los estudiantes aprendan (Mesa, Celis & Lande, 2014). En esta investigación se caracterizaron los enfoques de enseñanza de 14 docentes de matemáticas de un community college, clasificándolos como tradicionales, como hacedoras de sentido o como apoyadoras de los estudiantes. Se identifican también las estrategias de encuadre de conversación utilizadas con mayor frecuencia, tales como seguir el libro, conexión con el mundo real, conocer nombres o asignar trabajo individual a los estudiantes, donde el uso de estrategias tradicionales representa el 45% del total de las estrategias usadas. Un aspecto beneficioso del enfoque usado en esta investigación es que permite analizar las interacciones en las aulas de matemáticas y la conexión entre estas interacciones y los enfoques declarados por los instructores, lo que puede ser desarrollado en este trabajo de memoria, aplicado a la realidad de la instrucción de la matemática en instituciones de acceso abierto en Chile.

Dentro de la importancia de buscar clases de matemáticas que desafíen intelectualmente a los estudiantes, el trabajo de Kunter & Voss (2013) aparece como relevante, ya que también recopila datos tales como la competencia docente y la instrucción en aula, desde la perspectiva de los profesores y los alumnos, y se pregunta sobre qué caracteriza una enseñanza exitosa.

### 1.3. Interacción en aula

Las interacciones entre estudiantes y maestros representan un aspecto clave de las aulas efectivas, ya que un análisis sistemático u objetivo de la interacción del profesor en el aula puede proporcionar una evaluación confiable de lo que sucede dentro del aula en términos de enseñanza y aprendizaje (Amidon & Flanders, 1967). La investigación realizada por Mesa (2010) sirve como referencia para caracterizar la interacción en clases de matemáticas, la cual describe la participación en aulas de matemática básica impartidas por siete docentes de community colleges. Este trabajo reveló que existen altos niveles de participación junto a una baja complejidad, lo que puede generar un efecto contraproducente para que los estudiantes aprendan matemáticas. Se encontró también en su muestra que participaron más mujeres que hombres, pero que los hombres tienden a ser más vocales, es decir, a participar en más ocasiones, lo que corrobora la percepción de que los hombres son más activos que las mujeres (Fassinger 1995,2000). Se describe además que en las clases en las que la participación fue alta (medida como estudiantes que participan con 12 o más intervenciones por promedio, en una clase dada) tuvo dinámicas de clases más cooperativas, con patrones de interacción más inclusivos y menos centrados en el maestro (Fassinger, 2000).

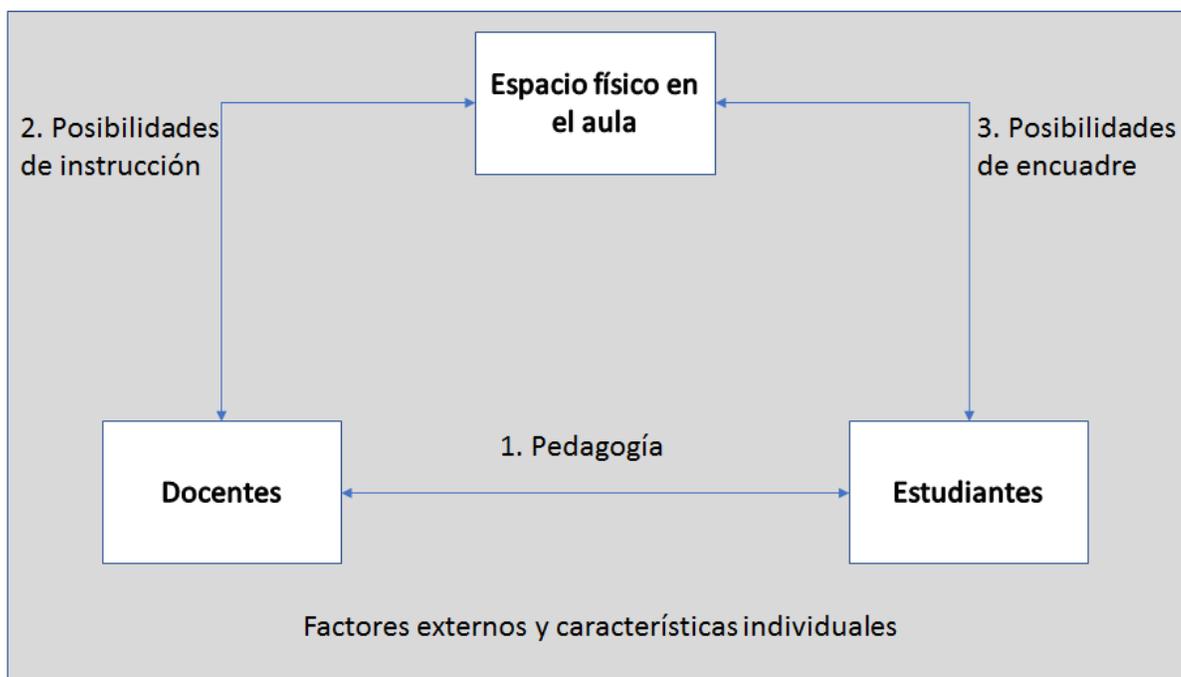
Un antecedente relevante en cuanto a interacciones en aulas de matemáticas en la ESTP es el trabajo realizado por Carrasco (2019), donde se analizan las brechas de género en la interacción entre docentes y estudiantes. Aquí se encontró, tras analizar 25 clases, que se producen, en promedio, 0,69 interacciones por minuto, y que, al considerar el género del docente en clases mixtas, se observó que existe un promedio estadísticamente mayor de intervenciones en clases en las que el docente es de género masculino que en las que la docente a cargo era mujer. Estas conclusiones se podrán comparar con las obtenidas en este trabajo.

Otras variables se han evaluado al hablar de interacciones en aula, como la cantidad de estudiantes en aula. Los estudios sobre el tamaño de clases en educación básica y media son abundantes, donde se asocia a clases más pequeñas con la mejora del estudiante en pruebas, habilidades no cognitivas y matrícula en universidades (Angrist & Lavy, 1999; Hoxby, 2000, Krueger, 1999; Dee & Martin, 2011; Dynarski, Hyman & Schanzenbach, 2014; Chetty et al., 2010). En Lande, Wright & Bartholomew (No publicado) se observaron 247 clases de matemáticas de educación superior, donde se encontró un impacto positivo significativo en la cantidad de interacciones estudiante-instructor, donde en clases más pequeñas existe una mayor frecuencia de interacción. Otros aspectos parecen no variar según el tamaño del aula, como la cantidad de preguntas del docente o la participación de los estudiantes.

Para esta investigación, se entiende interacción como las formas en que se relacionan los docentes, estudiantes y el contenido, que pueden ser registradas por un observador mediante protocolos. Por ejemplo, la manera en que es presentada la materia, quien realiza las preguntas o respuestas durante el desarrollo de una clase o los comportamientos de los estudiantes al conversar entre ellos.

## 1.4. Ambiente educativo en aula

Una relación interesante para este trabajo es la que se da entre docentes, estudiantes y el espacio físico de las salas de clases, que dan forma a la enseñanza y el aprendizaje en las aulas, estudiado en Bork et al. (2018), como se puede ver en la Figura 1:



**Figura 1:** Modelo conceptual de relaciones que influyen en la enseñanza y el aprendizaje entre el espacio físico del aula, el instructor y los estudiantes. Traducción propia en base al modelo expuesto en Bork et al. (2018).

Aquí se proponen 3 actores principales y 3 relaciones bidireccionales, ambas influenciadas por los factores externos y características individuales de los docentes y estudiantes, que se detallan a continuación:

**1. Pedagogía:** La relación entre el docente y el estudiante ha sido ampliamente estudiada como la pedagogía que se usa en clases. La investigación de Bork et al. (2018) propone en dos aspectos específicos de la pedagogía de un instructor: la elección de actividades de aprendizaje, que pueden estar centradas en el docente o en el estudiante; y los métodos de evaluación formativa, que abarcan cualquier práctica a través de la cual el instructor obtiene e interpreta evidencia sobre el pensamiento de su estudiante.

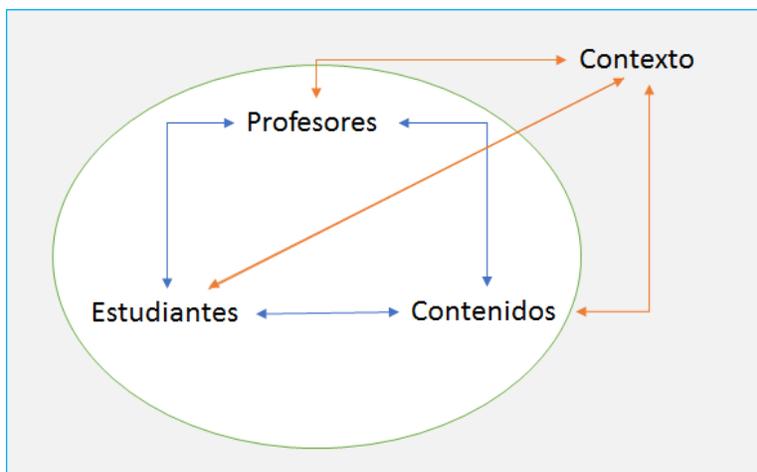
**2. Posibilidades de instrucción:** La elección de actividades y métodos de evaluación formativa pueden estar influenciados por las posibilidades de instrucción del espacio físico de la sala. Las aulas flexibles no facilitan la enseñanza basada en conferencias, es decir, una práctica en la que predomina la exposición y es centrada en el docente, que todavía es ampliamente usada por los instructores (Finelli & Daly, 2011; Hora, Ferrare & Oleson, 2012).

**3. Posibilidades de encuadre:** El diseño físico y la tecnología de las salas sugieren ciertos usos (Monahan, 2002). La forma en que los estudiantes interpretan las actividades de aprendizaje

se puede ver influenciado por las posibilidades de encuadre del espacio físico en el aula. Bork et al. (2018) usa el término encuadre para referirse al encuadre epistemológico de los estudiantes. Las aulas flexibles, en las mesas y sillas se pueden mover reorganizar en diferentes diseños, por lo que ofrecen un aprendizaje activo mayor que en una sala escalonada tradicional. Esta investigación ha demostrado que los resultados de aprendizaje mejoran a medida que los estudiantes interactúan de manera más significativa con sus compañeros (Beichner et al., 1999; Lasry, Charles & Whittaker, 2014; Taylor, 2009). Los estudiantes pueden situar una sala con sillas y mesas orientadas al frente como un indicio de que la clase será principalmente una conferencia, por lo que su principal función será escuchar de manera pasiva.

Para efectos del análisis de este trabajo, se considerará dentro de la descripción del espacio físico la ocupación de las aulas, así como su distribución, tanto de los estudiantes como de las participaciones.

Un entendimiento más completo del ambiente de aula puede ser abarcado al considerar el triángulo instruccional expuesto por Cohen et al. (2003), que agrega el contenido a los profesores y estudiantes como principales protagonistas del proceso de enseñanza, además de la relación de éstos con el contexto, como se conceptualiza en la Figura 2:



**Figura 2:** Modelo conceptual del triángulo instruccional. Traducido del modelo de Cohen et al. (2003).

Lo expuesto en Droguett & Celis (2018) aporta en clarificar cómo es la relación del contexto institucional de la ESTP con los otros tres actores, señalando dentro de las influencias las políticas y recursos pedagógicos institucionales, malla curricular y calendarización académica, el tipo de estudiante de la ESTP y cómo los profesores abordan esta situación respecto a la complejidad de los contenidos y evaluaciones de sus clases. Esta investigación entrega un piso, a través de la descripción del perfil de los profesores de matemáticas de la ESTP y la relación entre las matemáticas y la deserción en este contexto, para poder entender mejor la caracterización y resultados expuestos por este trabajo de memoria.

## 1.5. Protocolos de observación

Obtener datos consistentes de lo que sucede en la sala de clases requiere no solo instrumentos actualizados a la realidad que se observa, sino también marcos conceptuales con los que encuadrar, interpretar y analizar los datos resultantes (Hora & Ferrare, 2013). Dentro de los protocolos que

orientan este trabajo y que se han usado en investigaciones anteriores que buscan capturar lo que sucede en la sala de clases, el de mayor predominio para esta investigación es el desarrollado en White & Mesa (2012), el cual permite registrar los problemas introducidos a lo largo de una clase, la disposición geográfica en la sala de los estudiantes y profesor, sus participaciones y el predominio de las actividades realizadas en el aula, mediante códigos predefinidos. Contempla además las anotaciones post observación, teniendo en cuenta los detalles que llamen la atención de la clase que no pueden ser capturados dentro de los problemas y actividades propuestas, dada su complejidad. Dentro de los instrumentos que han sido ocupados en la observación de clases en educación superior está el TDOP (Teaching Dimensions Observation Protocol), el cual se utiliza para una variedad de propósitos, incluida la investigación sobre la práctica en el aula, la evaluación del programa, el desarrollo del profesorado y las evaluaciones institucionales.

Otro protocolo que inspira la caracterización de aulas es el COPUS (Classroom Observation Protocol for Undergraduate STEM) descrito en Stains et al. (2018), donde se observaron las prácticas de enseñanza en más de 2000 clases de universidades norteamericanas. Este instrumento documenta la co-ocurrencia de 13 comportamientos de los estudiantes (por ejemplo, escuchar, responder preguntas) y 12 comportamientos de instructor (por ejemplo, dar clases, plantear preguntas) durante cada intervalo de 2 minutos de una clase. Se describe cómo distribuyen los estilos de instrucción a través del tamaño de la clase, la disposición física del aula y la disciplina STEM observada, concluyendo en el predominio de prácticas didácticas en los planes de estudios de carreras STEM, a pesar de la evidencia sobre el impacto limitado de estas prácticas; que el diseño de aulas flexibles y tamaños de cursos pequeños no conducen necesariamente a aumentar las prácticas centradas en el estudiante y que para caracterizar de manera confiable las prácticas de instrucción se requiere de al menos 4 visitas.

Dentro de los usos más recientes, la aplicación web Teachly<sup>1</sup> es un antecedente notable en la misión de enseñar de manera más efectiva en base a lo que ocurre en la sala de clases. Se comenzó a trabajar en Teachly en la primavera de 2015 con el fin de crear experiencias de clases más personalizadas, tomando en consideración datos de los estudiantes, de hábitos de los docentes y de las interacciones en clase. Hoy en día es utilizado por más de 75 maestros en más de 100 aulas de la Escuela Harvard Kennedy, y está siendo piloteada en la Escuela de Salud Pública y de Educación de Harvard, además de estar disponible de manera abierta a través de la versión Open Teachly. Esta aplicación permite enriquecer las discusiones en aula mediante el perfil e intereses de los estudiantes, hacer un seguimiento de quiénes participan con mapas de calor e identificar patrones de participación con paneles de análisis clase a clase.

En particular a lo desarrollado en este trabajo, es importante identificar qué grupos están sub o sobre representados al momento de participar en una clase, o relacionar las prácticas de instrucción con la diversidad de estudiantes que contribuye en una sesión, de manera de lograr que los datos observables del aula se vuelvan funcionales a conseguir clases más inclusivas y equitativas.

---

<sup>1</sup> Sobre la aplicación Teachly: <https://teachly.me/about-us/>

## 2. Metodología

Con el fin de dar cumplimiento a los objetivos propuestos, se analizará la información recolectada de la observación de clases de matemática en instituciones de acceso abierto. El presente trabajo es de carácter descriptivo y exploratorio, donde mediante aproximaciones de tipo cuantitativo, con la generación de índices y cruces de variables de interés, se buscará caracterizar lo que sucede al interior del aula de matemática.

### 2.1. Contexto de la investigación

Esta investigación se enmarca en el proyecto Fondecyt Iniciación 11160656, llamado Influencias Institucionales y Sociales en la Enseñanza de la Matemática en Instituciones de Educación Superior de Acceso Abierto (EMAA)<sup>2</sup>, 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.

### 2.2. Muestra

En esta investigación han participado 6 instituciones de educación superior de acceso abierto, de distintos tamaños, con presencia a lo largo del país o con una sola sede, con diversos programas y modalidades de estudio, como se puede apreciar en la Tabla 2. En cuanto a los docentes que forman la muestra, 19 profesores y profesoras de matemáticas participaron de manera voluntaria en ser observados, siendo visitadas en total, 50 clases de matemáticas, cuyo desglose se puede ver en mayor detalle en la Tabla 3. Las clases fueron registradas desde octubre de 2017 hasta octubre de 2019, que en tiempo total se traduce en 67 horas y 52 minutos de observación. El autor de este trabajo observó 20 de estas clases.

Cabe destacar que este trabajo de memoria fue interrumpido por el estallido social que vivió el país a partir del 18 de octubre, por lo que no se pudo continuar con las observaciones que se tenían contempladas para el resto de ese semestre.

---

<sup>2</sup> Sobre el proyecto EMAA: <http://escuela.ingenieria.uchile.cl/docencia/investigacion-en-educacion/emaa>

**Tabla 2***Características de las instituciones participantes de la investigación*

Institución	Tipo de institución	Cantidad de sedes	Matrícula pregrado 2019
1	Universidad Privada <sup>1</sup>	Multisede	>20.000
2	IP	Multisede	<10.000
3	IP y CFT <sup>2</sup>	Multisede	>50.000
4	IP	Una sede	<5.000
5	CFT	Una sede	<10.000
6	Fuerzas Armadas	Una sede	<5.000

(1) La universidad privada de la muestra corresponde a una institución de acceso abierto.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos SIES (2019).

(2) Esta institución posee las dos modalidades. La cantidad de sedes y de matrícula es la suma de ambas modalidades.

**Tabla 3***Resumen de los docentes e instituciones participantes de la investigación.*

Institución	Número de docentes observados	Número de clases observadas
1	2	8
2	1	3
3	4	10
4	4	12
5	4	13
6	4	4
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>50</b>

## 2.3. Recopilación de datos

Para efectos de este trabajo de memoria, se entenderá la observación de clases como una observación estructurada, debido a que se usan instrumentos y protocolos de observación, y no participante, dado que no se busca interrumpir ni interceder en lo observado. Las observaciones fueron realizadas por el autor de este trabajo y por otras 4 personas del equipo de investigación. Cabe mencionar que cada observación registrada fue realizada por un miembro del equipo de investigación familiarizado con el uso del protocolo. Quienes se integraban al equipo a observar clases, lo hicieron en sus primeras instancias acompañado por otro observador con más experiencia, con el cual al finalizar la clase se conversaban y discutían diferencias de lo examinado, con el fin de estandarizar y obtener registros más consistentes a lo ocurrido en el aula de clases.

Existen dos grandes fuentes de datos asociados a esta investigación: las entrevistas semi estructuradas a los docentes y la observación de sus clases.

**Entrevistas:** Consta de dos instancias, una anterior a la observación de las clases y otra posterior. En la entrevista inicial se busca conocer los antecedentes personales del docente, cómo llegó a hacer clases en la institución que se desempeña, prácticas y concepciones sobre la enseñanza, y las influencias institucionales que percibe en su labor docente. La entrevista final es una instancia de retroalimentación basada en las observaciones realizadas. También es un espacio de conversación y reflexión en relación con los datos mostrados, de apreciaciones generales y particulares sobre las interacciones que suceden en la sala de clases. Las entrevistas son registradas en audio y posteriormente son transcritas. Ambas siguen una metodología semi estructurada, con una duración que varía entre los 45 y los 60 minutos y están disponibles en la sección Anexos de esa memoria, en el Apéndice A y B, respectivamente.

**Observación de clases:** La principal metodología de esta investigación es la observación de clases bajo el protocolo de White & Mesa (2012), sumado al análisis cuantitativo y cualitativo de esos datos recopilados. Este instrumento fue desarrollado en la Universidad de Michigan para caracterizar las lecciones de cálculo en instituciones de educación superior. Consta de tres hojas que deben ser llenadas en el momento que se observa la clase y una parte que está en línea, que se debe completar posteriormente. Para realizar una observación, se coordina previamente con el instructor a observar fechas tentativas en las que ocurrirán las visitas del o los investigadores del equipo, debido a que es necesario que la clase a observar no sea una actividad singular, como una evaluación, laboratorio o salida a terreno. Las observaciones ocurren a lo largo de un período de tiempo dado, generalmente, de tres meses, buscando observar a cada docente 4 veces. A continuación, se detallan las partes usadas, adaptadas e incorporadas del instrumento que sirven de guía para la recopilación de datos.

El *Cover Sheet* (Portada) recopila datos generales sobre la clase. Se consigna la institución, el docente, quién es el observador que acude a la clase, la fecha, hora de inicio y término, cuántos alumnos y alumnas hay en sala y cuántos llegan atrasados. Esta hoja no sufrió adaptaciones desde la original.

El *Activity Log* (Registro de Actividades) busca caracterizar el modo de instrucción y la actividad de la clase mediante códigos predeterminados. Por cada intervalo de 5 minutos, se registra en tiempo real la actividad o instrucción presente, si es que la actividad estuvo presente al menos 30 segundos dentro de ese bloque. Este registro permite un acercamiento a la propuesta de enseñanza del docente, cuantificando la proporción del tiempo que se dedicó a actividades de tipo expositivo, centradas en el estudiante, si es un enfoque más tradicional o con apoyo de los estudiantes, por ejemplo. Esta hoja se usó sin alteraciones mayores, considerando algunas actividades que ocurrían de manera habitual en las clases de las instituciones chilenas y que no se contemplaban dentro del protocolo original, como tiempos para dictar, copiar materia o monitorear el trabajo de los estudiantes.

El *Problem Log* (Registro de problemas) tiene como objetivo registrar cada problema o ejercicio presentado en clase, donde queda anotado la hora de comienzo y término del ejercicio, de qué trató y los pasos a seguir en su desarrollo, las herramientas ocupadas y quien o quienes fueron los protagonistas del proceso de aprendizaje. Para este trabajo, se usó para caracterizar la clase en cuanto a la cantidad de problemas vistos, el tiempo invertido en ellos y cuánto representa del tiempo total de la clase, pero no se ahonda en la dificultad ni el contenido propuesto en estos problemas, aunque queda registrado para futuras investigaciones.

El *Post-Observation Survey* (Encuesta post observación) es una parte del protocolo que está en línea y que se llena de manera posterior a la observación. En el instrumento original, se responden preguntas sobre las prácticas y problemas del aula. Las 27 preguntas se organizan en cuatro áreas: atmósfera, interacción, conexiones y calidad matemática. En el caso de esta investigación se usa un Memo post observación, que es un documento en el que la persona que fue a observar una clase deja por escrito aspectos generales de la misma, situaciones llamativas y apreciaciones personales, sin preguntas predeterminadas que encaminan lo escrito, de manera de describir sucesos que no pudiesen ser registrados por el protocolo. Este memo se realiza el mismo día de la observación, para obtener percepciones más precisas respecto de la clase.

Esta investigación ha adoptado el registro de una cuarta hoja, donde se hace un esquema de la sala de clases, inspirado por las instrucciones del protocolo de White & Mesa (2012), como se puede ver en el Anexo 2 y 3, donde la información anotada se puede contar y medir de manera más precisa. En esta hoja se anotan la distribución en el espacio físico de los estudiantes, su género, las interacciones entre ellos como conversaciones, explicaciones de ejercicios entre pares, cada vez que responden o hacen una pregunta. En cuanto al docente a cargo se registran sus movimientos, cuando hace preguntas y su interacción a grandes rasgos con los estudiantes. Esta hoja es la que entrega más información para ser analizada e interpretada, debido a que es la aproximación más cercana para cuantificar la participación e interacción en la sala de clases y su relación con las demás variables observables.

## 2.4. Marco Analítico

El formato del protocolo permite interpretar y sistematizar la información en distintos períodos de tiempo. Con el motivo de alcanzar los objetivos mencionados de esta investigación, se realiza el análisis estadístico de estos datos que permitan caracterizar las salas de matemáticas de las instituciones de educación superior de acceso abierto, generando índices y cruzando variables de interés, identificando similitudes y diferencias relacionados a los diversos aspectos asociados a los docentes, los estudiantes, las salas de clases y la interacción entre estas 3 componentes.

Si bien existía el instrumento y habían sido registradas observaciones de clases con él antes del inicio de este trabajo, no habían sido analizado de manera sistemática. En esta investigación se aplicó el proceso de descubrimiento de conocimiento en bases de datos (KDD, del inglés Knowledge Discovery un Databases), siguiendo los pasos que se pueden apreciar en la Figura 3. A continuación se describe este proceso:



**Figura 3:** Diagrama del proceso KDD. Traducido del modelo de Fayyad et al. (1996).

**a) Selección de datos.** Tras revisar la información relevante y disponible de la investigación, se establecen los registros, entrevistas y memos post observación como el conjunto de datos sobre los que se realizará el proceso de descubrimiento.

**b) Preprocesamiento.** Conocido también como limpieza, en esta etapa se analiza la calidad de los datos, evaluando la eliminación de datos que presentan ruido y el manejo de datos no capturados. Es importante mencionar que se decidió no mostrar los resultados asociados a las 4 clases de la institución 6, debido a que fueron observaciones que no se realizaron en condiciones óptimas, con poca duración registrada y con solo una clase observada por profesor, haciendo más difícil realizar un análisis consistente. En esta fase también se determinan las variables que no poseen suficiente confiabilidad a lo largo de las observaciones para hacer análisis concluyentes, como, por ejemplo, la hora en la que se registra el abandono temprano de los estudiantes de una clase dada.

**c) Transformación.** En este paso, se identifican las variables más apropiadas para representar las salas de clases en base a los objetivos propuestos. Se utilizan métodos de reducción de dimensiones para disminuir el número de variables bajo consideración (Fayyad et al., 1996), así como también muchas de las variables a tener en cuenta y su trato para los análisis surgen de las conversaciones y reuniones con el equipo de investigación, tales como tratar de manera categórica o continua la cantidad de mujeres o de atrasados en una clase. Para este trabajo se realizaron agregaciones de datos por horario de la clase y género del docente, por ejemplo, y de las categorías del Registro de Actividades, clasificando los 13 códigos predefinidos en 6 esferas de prácticas de instrucción.

**d) Minería de datos.** El propósito de esta etapa es descubrir patrones de interés. Dado el tamaño de la muestra, las técnicas usadas son de carácter exploratorio, que buscan explicar y resumir los datos. En este caso, se usaron correlaciones para inspeccionar el vínculo entre dos variables y la prueba t de Student para la media de dos muestras, para discernir si existen diferencias significativas en los valores de dos variables. También fueron usados, principalmente, promedios de la participación de los subgrupos de estudiantes dentro de una clase, tales como mujeres, estudiantes que llegan atrasados o que se sientan adelante, así como promedios de participación entre dos grupos de clases distinguibles, por ejemplo, según el horario en que fue realizada, según la institución o el género del docente a cargo.

**e) Interpretación y evaluación.** Finalmente, en este paso se visualizan e interpretan los patrones descubiertos, consolidando la información previamente expuesta. También se verifican y comparan estos resultados con las investigaciones hechas con anterioridad en el ámbito

Los datos y patrones se interpretan teniendo en cuenta los objetivos que se buscan responder en este trabajo de memoria. Los análisis arrojarán la cantidad promedio de veces que interactúa un estudiante en una clase según su género, qué tipo de prácticas de instrucción son más predominantes, los desplazamientos docentes por el aula y cómo cambian y conversan estas variables al examinar distintos contextos en que se realiza la clase. Estos datos, en agregado, nos permitirán caracterizar cómo se enseña matemática en este tipo de instituciones, cuáles son los factores más influyentes a la hora de describir la participación estudiantil y las diferencias existentes entre los contextos institucionales en los que se desarrolla una clase.

## **3. Resultados**

Esta investigación buscó caracterizar las interacciones en la sala de clase mediante índices, relaciones y cruces de variables que logren identificar diferencias y patrones en lo que sucede al interior del aula. Se exploró, en un comienzo, las características generales de las clases, cuánto participa cada estudiante en promedio, duración, el horario en que se realizan, por ejemplo; la relación de la participación con la cantidad de estudiantes en aula y cuánto dura una clase; para luego pasar a revisar las prácticas de enseñanza docente y finalmente la influencia del género docente y de los estudiantes en las participaciones. Los resultados en líneas generales indican correlaciones negativas entre la duración y cantidad de estudiantes de la clase con la participación, así como la influencia del horario y género del docente en las prácticas de instrucción empleadas. A continuación, se explican con más detalles los hallazgos de este trabajo.

### **3.1. Características generales de las clases observadas**

Las clases que forman parte de esta muestra tienen una duración de 63 a 127 minutos, con un promedio de 84,17 minutos, como se señala en la Tabla 4. En promedio, hay 22 estudiantes presentes en cada aula, con aproximadamente 40% de ellos llegando atrasados a las clases. El fenómeno del atraso es transversal en las instituciones que participan en esta investigación. Se indica en la Tabla 4 el porcentaje promedio de mujeres, donde se exhibe una alta variación en la composición de estudiantes hombres y mujeres en las clases, aunque el promedio total se asemeja al 53% de la matrícula total de mujeres en la educación superior (SIES, 2019). Estas diferencias, como, por ejemplo, el 95,87% de mujeres de la institución 4, se explica por la concentración de mujeres en carreras de salud, donde representan el 82,33% de la matrícula de primer año en la ESTP en el 2018 (SIES, 2018a), así como existe también una alta concentración de estudiantes hombres en carreras de tecnología.

**Tabla 4**

*Promedios de duración, cantidad de estudiantes, porcentaje de estudiantes mujeres, atrasados por clase y porcentaje de atrasados, agrupados por institución.*

	Duración en minutos (redondeado)	Estudiantes promedio (redondeado)	Porcentaje de estudiantes mujeres	Atrasados por clase (redondeado)	Porcentaje de atrasados
Institución 1 (9)	111	29	64,23%	12	43,64%
Institución 2 (3)	70	21	50,37%	7	34,37%
Institución 3 (9)	79	14	10,89%	6	44,86%
Institución 4 (12)	82	19	95,87%	8	37,67%
Institución 5 (13)	77	26	53,37%	9	35,75%
<b>Total (46)</b>	<b>84</b>	<b>22</b>	<b>57,48%</b>	<b>8</b>	<b>39,51%</b>

*La cantidad entre paréntesis corresponde al número de clases observadas.*

Ahondando en más detalles, en la Tabla 5 se muestran más variables descriptivas, en este caso, relativas a la participación e interacción en aula en las 46 clases registradas, calculadas en promedio. Cada estudiante de esta muestra intervino, en promedio, 2,81 veces por cada hora cronológica de clases, mientras que los docentes realizaron 28,40 preguntas, prácticamente una cada dos minutos. Un fenómeno que llama la atención de las observaciones es la fracción de estudiantes que no participa en las clases, es decir, que no realizan preguntas ni respuestas, ya que el aprendizaje está mediado por las interacciones, y en promedio, el 32% de los alumnos no interactúa en las clases. En esta misma línea, es importante conocer en el desglose de la participación variables más allá de promedios, sino que apunten más a cómo se distribuye esta interacción. A través de la concentración se busca aproximar a medir esto, mediante el cálculo de qué porcentaje del total de intervenciones son realizados por el 20% de los estudiantes que más pregunta y responde en cada clase, los cuales concentran casi el 60% del total.

**Tabla 5**  
*Variables descriptivas de la participación en sala de clases.*

Participación normalizada por estudiante <sup>1</sup>	Porcentaje de estudiantes que no participa <sup>2</sup>	Preguntas docentes normalizadas	Intervención de estudiantes por minuto	Concentración de la participación <sup>3</sup>
<b>2,81</b>	<b>32,04%</b>	<b>28,40</b>	<b>0,73</b>	<b>59,87%</b>

(1) La participación normalizada por estudiante se calculó como la suma de preguntas y respuestas hechas por los estudiantes, normalizado por la cantidad de estudiantes de una clase dada y a una hora cronológica, al igual que para las preguntas docentes.

(2) El porcentaje de estudiantes no participantes son aquellos que durante la clase no realizó ninguna respuesta o pregunta.

(3) La concentración en la participación es un indicador que refleja qué porcentaje del total de participaciones fue realizado por el 20% que más participó en una clase determinada.

En términos del uso de espacios de aula, la Tabla 6 resume los datos asociados a esta cualidad. Las clases de matemáticas de las instituciones de acceso abierto tienen, en promedio, el 60% de sus asientos con estudiantes. Se muestra también el porcentaje de estudiantes atrasados y de quienes se sientan adelante en la sala de clases, junto a su participación relativa, donde no se logran identificar diferencias significativas que evidencien alguna brecha. Por último, se exhibe el desplazamiento del docente, medido como una variable binaria que indica sí el docente circuló por la sala de clases a medida que realizaba su práctica de enseñanza. El desplazamiento se encuentra presente en el 65,22% de las observaciones.

**Tabla 6**  
*Variables e índices descriptivos del uso de espacios de aula y de la participación.*

Tasa de Ocupación <sup>1</sup>	Porcentaje de atrasados	Participación relativa atrasados	Porcentaje de estudiantes adelante <sup>2</sup>	Participación relativa de estudiantes adelante	Desplazamiento docente <sup>3</sup>
<b>59,99%</b>	<b>39,51%</b>	<b>34,31%</b>	<b>58,42%</b>	<b>61,66%</b>	<b>65,22% (30/46)</b>

(1) La tasa de ocupación se calculó como la razón entre los asistentes y la cantidad de asientos disponibles.

(2) El porcentaje de estudiantes que se sientan adelante se consideró como la proporción de estudiantes que se ubican en la mitad de la sala más cerca de la pizarra, así como la participación relativa es la fracción entre la participación de los subgrupos respecto al total de estudiantes.

(3) El desplazamiento docente es un indicador que representa sí el docente a cargo de la clase se desplazó lo suficiente desde su puesto y la pizarra al resto de la sala, y es de carácter binario.

Una variable que se estima importante de considerar es el horario en que se realizaron las clases observadas, cuyos datos se pueden ver en la Tabla 7. Se clasificaron las clases en Mañana, cuando estas se realizan entre 8:00 y 13:00; en Tarde cuando se realizan entre 13:00 y 18:00 y en Noche cuando estas ocurrían entre 18:00 y 23:00. No se identificaron diferencias significativas en cuanto a la cantidad de estudiantes, el porcentaje que llegaba atrasado ni de los que no participaban, aunque sí se observan tendencias en las clases de la tarde: son las que duran más, tienen mayor cantidad de estudiantes y poseen menor participación normalizada, por lo que resulta interesante ver más adelante si existe alguna relación entre estas variables.

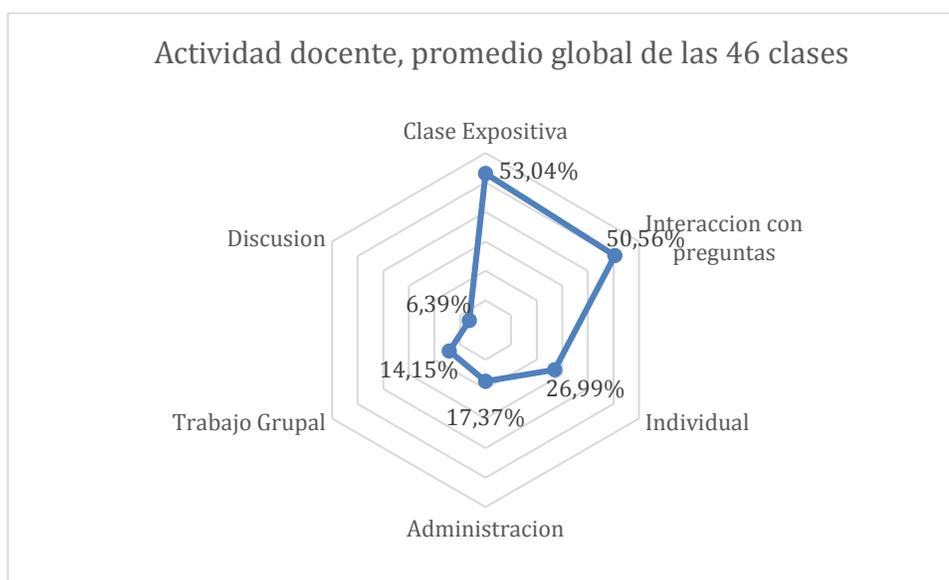
**Tabla 7**

*Duración, cantidad de estudiantes, porcentaje de atrasados por clase, porcentaje de estudiantes que no participa y participación promedio por estudiante, agrupado por el horario en que se realizó la clase.*

Horario	Duración (minutos)	Estudiantes (promedio)	Porcentaje de atrasados	Porcentaje de estudiantes no participantes	Participación normalizada por estudiante
Mañana (14)	80,50	19,93	46,31%	28,16%	3,84
Tarde (7)	100,29	25,43	39,51%	31,69%	1,92
Noche (25)	81,72	21,60	35,71%	34,31%	2,47

*La cantidad entre paréntesis corresponde al número de clases observadas.*

Finalmente se caracteriza la práctica docente en base a lo recopilado en cada clase mediante el Registro de Actividad. El resumen de las clases se puede apreciar en el Gráfico 1. Predomina la clase expositiva y la interacción con preguntas, en contraste con la baja proporción del tiempo de clases dedicado a la discusión y el trabajo grupal como método de enseñanza, con un 6,39% y un 14,15%, respectivamente.



**Gráfico 1:** Promedio de la actividad docente de las 46 clases observadas. Cabe mencionar que, dado que puede ocurrir más de una actividad en un bloque de 5 minutos, la suma de los porcentajes de cada actividad sumará más de 100%.

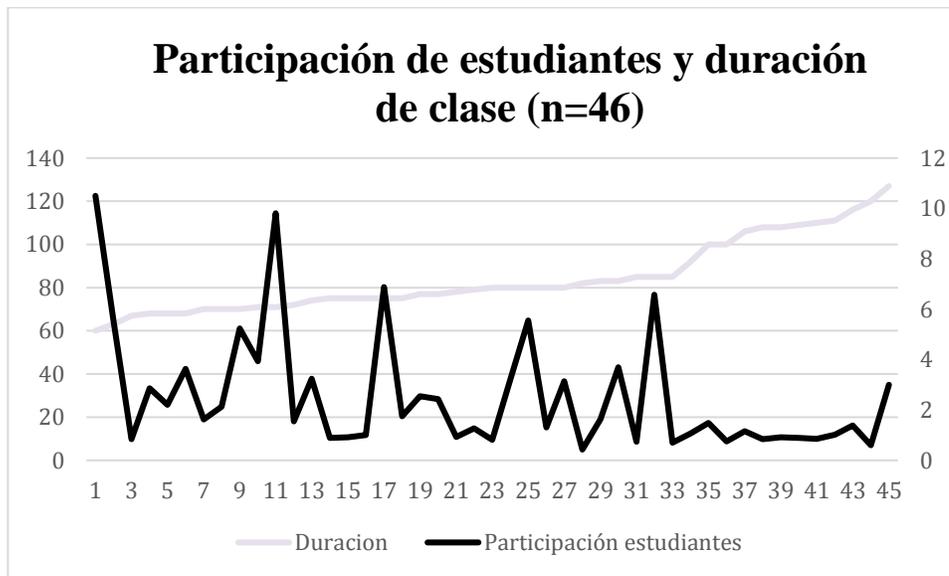
### 3.2. Resultados del análisis de relaciones de las clases observadas

Con el propósito de identificar patrones y explorar los factores más influyentes a la hora de describir lo que acontece en el aula, se presenta a continuación un análisis más profundo sobre las diversas aristas que pueden ser recopiladas mediante los protocolos usados.

Para comenzar, se realizó una tabla de correlaciones de 14 variables que se estiman representativas de una clase, disponible en el Anexo 4, que ayuda a orientar en qué fijarse a la hora de explicar posibles relaciones.

### 3.2.1. Sobre la participación

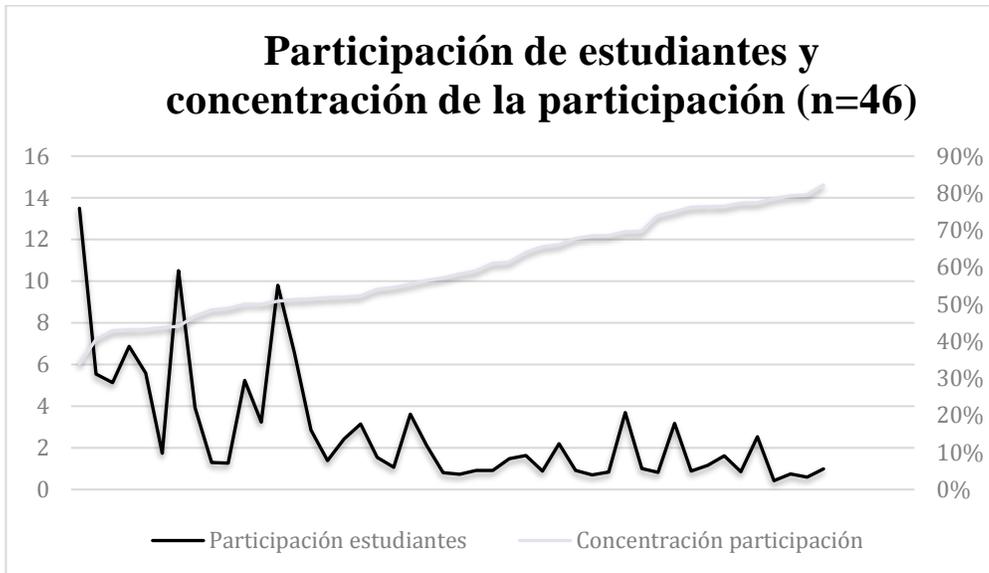
La participación en la sala de clases es un fenómeno estrechamente vinculado al proceso de aprendizaje. Un aspecto para revisar es cómo influye la duración de las clases en la participación de los estudiantes, como se muestra en el Gráfico 2, donde es posible ver una tendencia a que la participación disminuya a medida que la clase se hace más extensa, en particular, sesiones que duran más de 90 minutos ven acotada su participación estudiantil.



**Gráfico 2**

*Participación de estudiantes, normalizada a una hora de clases, comparada con la duración de la clase.*

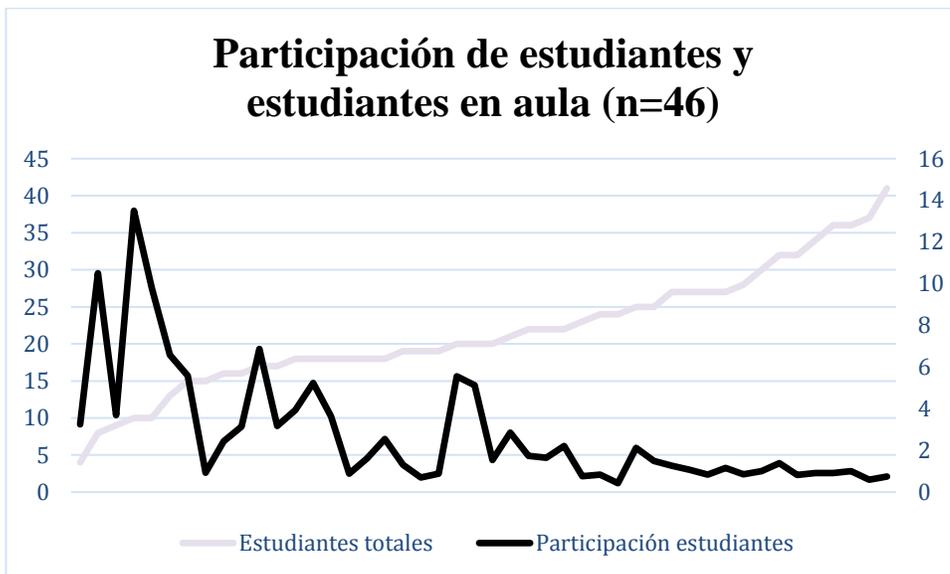
Dentro de las variables descriptivas que se nombraron anteriormente, una relevante por detallar es la concentración de la participación de los estudiantes, que es mencionado por los docentes al momento de las entrevistas. El Gráfico 3 se presenta la relación entre estas dos variables, donde a mayor concentración de la participación, las preguntas y respuestas efectuadas por cada estudiante es menor. Es decir, en clases donde más alumnos distintos participan, son aulas en las que hay una mayor interacción en promedio.



**Gráfico 3**

*Participación de estudiantes comparada con la concentración de la participación, medida como qué porcentaje del total de las intervenciones son realizadas por el 20% que más participa en la clase.*

Con respecto a cómo se conecta la cantidad de estudiantes con la participación, se aprecia en el Gráfico 4 una relación esperada, hallada también en Lande, Wright & Bartholomew (No publicado), que indica que a medida que la sala tiene una mayor cantidad de estudiantes, estos interactúan con menor frecuencia, que se condice con el coeficiente de correlación de  $-0,63$  entre estas dos variables.

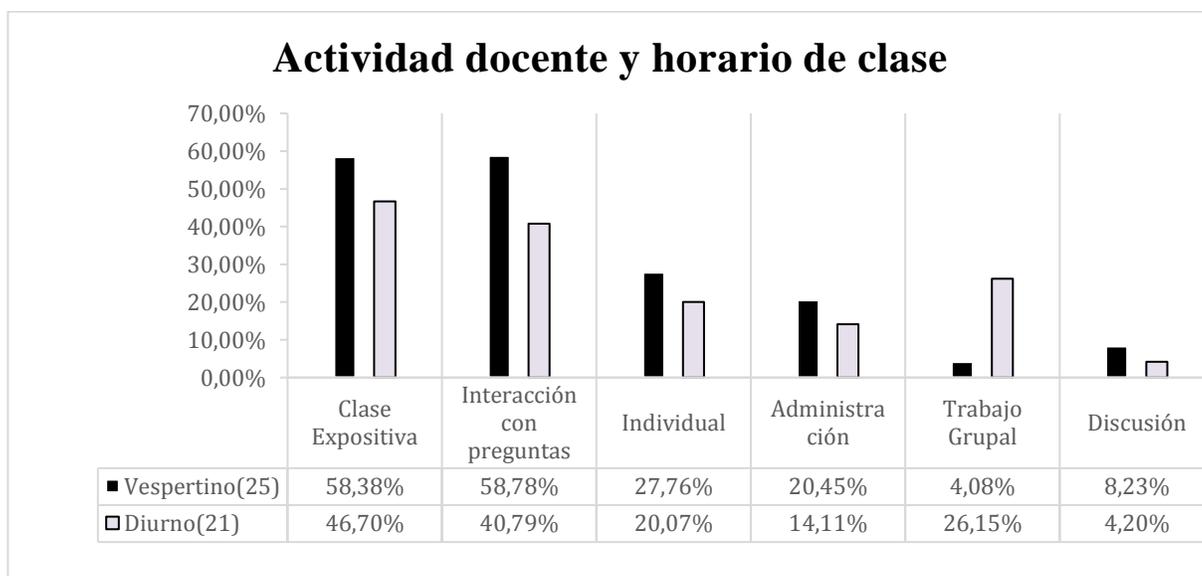


**Gráfico 4**

*Participación de estudiantes comparada con la cantidad de estudiantes en una clase dada.*

### 3.2.2. Sobre las prácticas de enseñanza docentes

En este apartado, se presentan resultados que buscan abordar las prácticas de enseñanza que se experimentan en el aula. En el Gráfico 5 se aborda la influencia de la hora en la que empieza la clase en la propuesta de actividades docente, clasificándolas en horario diurno, para aquellas que ocurrieron entre 8:00 y 18:00, y vespertino para las que comenzaron después de las 18:00. En un comienzo, se observa que en las clases vespertinas existe una tendencia mayor que en las diurnas hacia las clases expositivas y de interacción con preguntas, así como un uso proporcionalmente mucho más frecuente del trabajo grupal en las clases diurnas sobre las vespertinas. Dado los tamaños de estas muestras, es que se compararon sus medias a través de la prueba de t de Student. Las diferencias en cuanto al uso de estrategias expositivas resultaron ser apenas no significativas<sup>3</sup> al 5% ( $T(44, 0,05) = 1,544$ ;  $p = 0,065$ ), mientras que para la interacción con preguntas sí se halló una diferencia significativa al 1% entre ambos tipos de jornada ( $T(44, 0,05) = -2,609$ ;  $p = 0,006$ ),



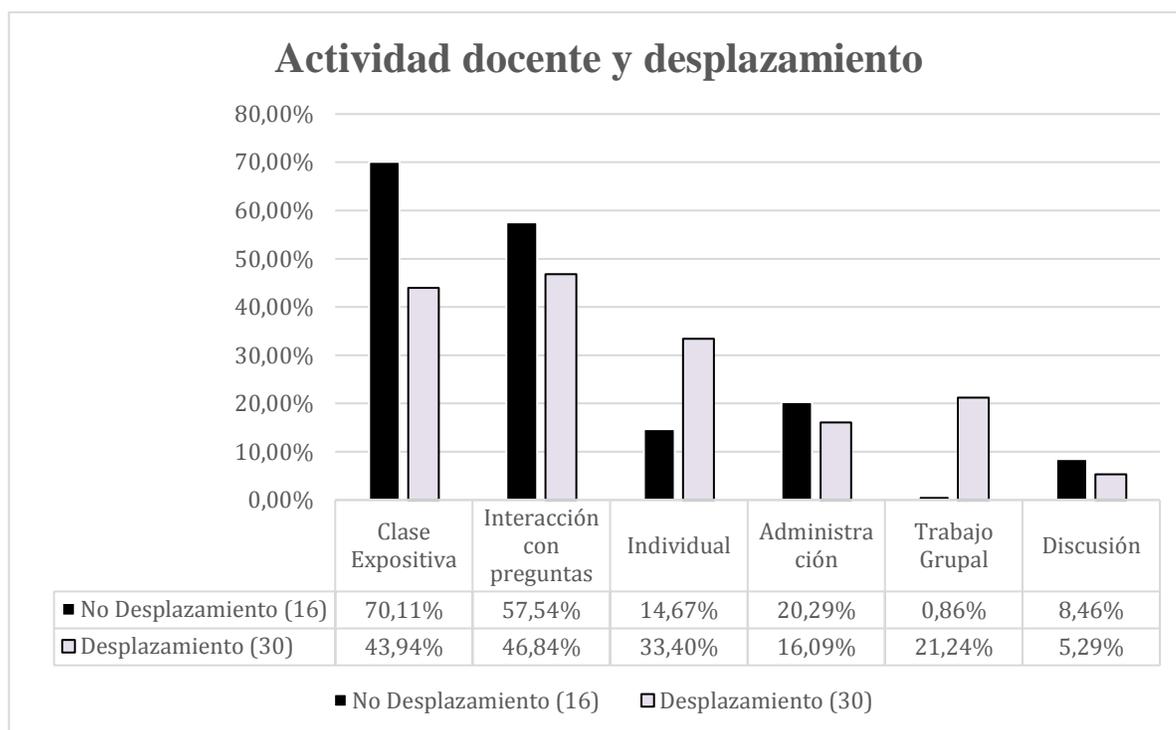
**Gráfico 5**

*Actividad docente, medida en qué proporción del tiempo de la clase se le dedica a cada tipo de actividad, y horario en que se realiza la sesión. La cantidad entre paréntesis corresponde al número de clases observadas en esa categoría.*

Sobre el indicador acerca del desplazamiento docente, resulta intuitivo preguntarse cómo se ve reflejado en las prácticas de instrucción el que un docente se traslade por el aula o más bien se quede estático. Se observa en el Gráfico 6 cómo se distribuye la proporción de los tiempos

<sup>3</sup> Para todas pruebas de Student que se realizaron, se muestran los grados de libertad, el nivel de significancia, el valor de estadístico y su p-valor. Las hipótesis nulas planteadas son que las muestras poseen igual media, por lo que para los casos en que el p-valor sea pequeño, indican una mayor probabilidad de que se rechace la hipótesis nula, es decir, que es más probable que las muestras posean medias distintas en la variable que se está midiendo.

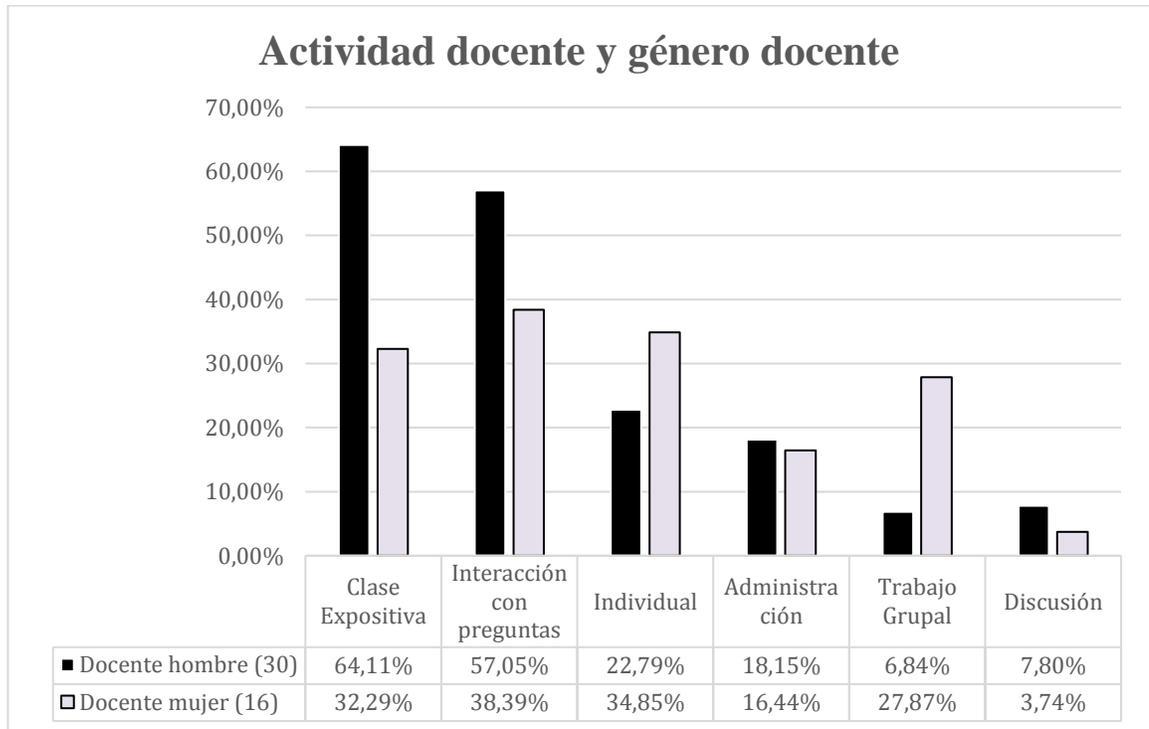
dedicados a cada tipo de actividad, donde resalta el amplio predominio de la clase expositiva (70,11% del tiempo total) cuando no existe desplazamiento docente, cuando esta práctica es significativamente menor en clases donde sí se evidencia movimiento del docente ( $T(44, 0,05) = 4,457$ ;  $p > 0,0001$ ). En este tipo de clases, las estrategias aplicadas son más variadas, surgiendo las propuestas de trabajo individual (33,40%) y de trabajo grupal (21,24%) como alternativas frecuentes al uso de la exposición e interacción con preguntas, que son las prácticas más usadas de manera transversal.



**Gráfico 6**

*Actividad docente, medida en qué proporción del tiempo de la clase se le dedica a cada tipo de actividad, y desplazamiento docente, una variable binaria que indica si un instructor recorrió o no lo suficiente la sala de clases. La cantidad entre paréntesis corresponde al número de clases observadas en esa categoría.*

Una arista que puede influenciar las prácticas de instrucción es el género del docente. En el Gráfico 7 se desglosa esta categorización, donde se ven distribuciones similares a las del Gráfico 6, explicado por la razón de que en las 16 clases en que la docente es mujer, en todas ellas se observó un desplazamiento activo, mientras que para el caso de las 30 clases en que el docente es hombre, solo 14 de estas observaciones mostraron esta cualidad. La diferencia que más llama la atención es que los docentes usan actividades de carácter expositivo en prácticamente el doble del tiempo de que lo hacen las docentes, así como nuevamente es posible notar una distribución más armoniosa del tiempo en las estrategias ocupadas por las profesoras.



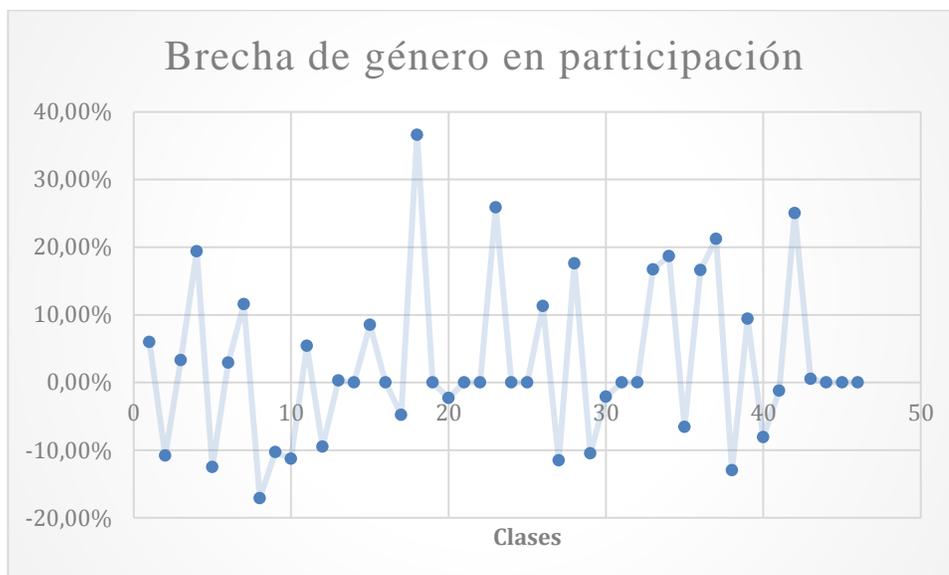
**Gráfico 7**

*Actividad docente, medida en qué proporción promedio del tiempo de la clase se le dedica a cada tipo de actividad y género del docente a cargo de la clase. La cantidad entre paréntesis corresponde al número de clases observadas en esa categoría.*

### 3.2.3. Sobre la influencia del género docente y de los estudiantes

El antecedente más relevante de ámbito para este trabajo de memoria es lo expuesto en Carrasco (2019), ya que pone el foco en el mismo espacio donde esta investigación está mirando: las clases de matemática de la educación superior técnico profesional.

Una primera aproximación para definir si existe una brecha en participación es definir una medida. En el Gráfico 8 se representa esta diferencia, calculada como la diferencia entre el porcentaje de mujeres en sala y el porcentaje de participación del total realizado por mujeres. Un valor positivo indica que hay menos participación porcentual de las mujeres respecto a su proporción en una clase dada. Se observa una gran variación de la brecha a lo largo de las clases, desde -17% hasta 36%, con un promedio de 2,73%, pero no es estadísticamente significativo distinto a 0 ( $T(46, 0,05) = 1,564$ ;  $p = 0,125$ ), lo que indicaría que no hay suficiente evidencia para afirmar que existe una brecha de género en la participación, por lo que es necesario ahondar en más detalle.



**Gráfico 8**

*Brecha de género en participación, calculado para las 46 clases de la muestra.*

En la Tabla 8 se puede ver un desglose de la participación promedio de los estudiantes hombres y mujeres en clases donde el docente es de género masculino o femenino. Se observan cantidades muy similares en la participación de estudiantes totales y de estudiantes hombres, mientras que en la variable de participación de estudiantes mujeres presenta mayores valores cuando el docente es hombre que cuando es mujer, aunque a una significancia menor al 5% ( $T(35, 0,05) = 1,541$ ;  $p = 0,066$ ). En la Tabla 8 también se muestra la desviación estándar de los datos asociados a la participación, donde se grafica que son valores grandes proporcionalmente a los promedios, lo que dificulta encontrar diferencias significativas cuando aparentemente las hay, como en el caso de la participación de estudiantes mujeres.

**Tabla 8**

*Género del docente y participación de estudiantes total, desagregado por género del estudiante.*

Género del docente	Participación estudiantes total	Participación estudiantes mujeres	Participación estudiantes hombres	Porcentaje de mujeres en el aula
Masculino (27)	2,78(2,80)	3,13(3,75)	3,16(3,02)	52,59%
Femenino (19)	2,86(2,86)	1,62(3,89)	3,19(3,07)	66,66%
Total	2,81(2,80)	2,63(3,75)	3,17(3,03)	57,58%

*La participación es un promedio y está normalizada a una hora de clases. La cantidad entre paréntesis corresponde al número de clases observadas para cada género docente, mientras que la cifra entre paréntesis de las variables de participación corresponde a la desviación estándar de esas variables.*

### **3.3. Otras observaciones**

Cuando se quiere describir un fenómeno complejo, como lo es la enseñanza en la sala de clases, hay que tener cuidado con querer abarcar mucho y describir poco. Existen sucesos frecuentes en las aulas de matemática de la ESTP chilena, como el uso de celular, estudiantes no desafiados en absoluto por el nivel de la matemática expuesta, tiempos de instrucción ocupados para dictar enunciados, o para copiar los mismos desde la pizarra, uso de humor del docente como medida para llamar la atención o la contextualización (o no) de los ejercicios vistos son particularidades que forman parte del proceso de enseñanza pero que no son registrables o comparables de manera sistemática por un protocolo. Por ejemplo, existen dos características transversales en las clases observadas: las preguntas sobre la lista de asistencia de quienes llegan atrasados y la sencillez de los problemas planteados en clases. Una escena recurrente en las clases que el autor de este trabajo registró, así como en las conversaciones con los demás observadores, es que los y las estudiantes que llegaban atrasados se preocupan, en particular, de preguntar sobre sí pasaron lista o no, o al final del bloque horario, consultar al docente si es que quedaron presentes. Respecto a la sencillez de los problemas, como se pueden apreciar en el Anexo 5, se destacan dos aspectos: los problemas representan un tiempo importante de cada clase, en promedio, se dedican 44,58 minutos (52,55% del tiempo promedio total) a plantear y desarrollarlos, a su vez que la simplicidad tiene como resultado que muchos estudiantes se sientan poco desafiados, mostrándose con escaso interés en participar en la clase.

## 4. Discusión

El trabajo de memoria presentado ha caracterizado y analizado lo que sucede al interior de las salas de clases de matemáticas de instituciones de educación superior de acceso abierto. A partir de estos resultados, se profundizará si existe correspondencia con la literatura revisada y los hallazgos de otras investigaciones afines realizadas con anterioridad

En este apartado se expondrá la discusión guiada por los objetivos específicos propuestos, desde 3 perspectivas: los resultados, la metodología y las recomendaciones a partir de la investigación realizada.

### 4.1. Discusión de los resultados

Las clases que componen la muestra de este estudio han presentado de manera transversal un atributo en particular: en todas existe un amplio predominio del uso de clases expositivas, con aproximadamente un 53% del tiempo de la clase dedicado a este tipo de instrucción, tal como lo hallado en Mesa, Celis & Lande (2014), donde la estrategia tradicional fue la de uso más frecuente, representando un 45% de las totales, en el contexto de clases de matemática en un *community college* del medio oeste de Estados Unidos, con una matrícula de 12.000 estudiantes, es decir, en un contexto similar al de las instituciones chilenas observadas en este trabajo.

Respecto a las conductas de los estudiantes, lo primero que llama la atención al estar al interior de una sala de clases es la cantidad y proporción de estudiantes que llegan atrasados al comienzo de la clase, donde, en promedio, 2 de cada 5 estudiantes llega tarde, siendo una característica que se presenta de manera homogénea en las instituciones que forman parte del estudio. Si bien no existe literatura que estudie y analice este comportamiento, un antecedente válido en este contexto es lo expuesto en Suárez (2019), un trabajo realizado en salas de clases de matemática de la educación superior técnico profesional chilena, donde explica que la hora de llegada de los estudiantes se debe en gran parte a que muchos de ellos escogen la modalidad vespertina de estudio porque trabajan durante el día, entonces, se deben trasladar desde el lugar de trabajo hacia la institución donde estudian, en horario de alto tráfico, lo que hace más difícil poder llegar a la hora de comienzo de la clase. Esta explicación hace sentido, más aun considerando que más de la mitad de las clases de la muestra ocurren en este horario. Se menciona también en ese estudio que los profesores se adaptan a este suceso, comenzando la clase cuando existe un mayor número de estudiantes presenten en el aula y aprovechando el tiempo previo para responder consultas de quienes llegaban antes. Este antecedente, sumado al comportamiento observado de quienes llegan atrasados se puede explicar por qué muchas de estas instituciones fijan porcentajes mínimos de asistencia para poder aprobar los cursos, por lo que detrás de esta preocupación de los estudiantes está el interés de poder aprobar y seguir avanzando en la malla curricular de sus respectivas carreras. Uno de los profesores en las entrevistas iniciales menciona que a medida que avanza el semestre, los alumnos se empiezan a interesar por la asistencia y las notas, remarcando sobre estos estudiantes que les interesa más el título que aprender. Más allá de lo manifestado por este docente, esto refleja la necesidad de los estudiantes de pasar cursos y egresar, entendiendo los beneficios en términos costo de oportunidad de estudiar, empleabilidad y movilidad social que esto

conlleva, mencionados anteriormente en Sevilla (2012). La relación entre el porcentaje de estudiantes que llegan tarde y el horario en que se realiza la clase tienen implicancias para las instituciones y sus docentes, ya que pueden permitir que la distribución del tiempo dedicado a la clase sea más flexible, evitando tener espacios con baja interacción al comienzo de cada sesión, o, debido a la gran cantidad de alumnos atrasados, combinar el trabajo realizado fuera del aula de manera de hacer más eficiente los minutos al interior de ella.

Una arista que fue de notable relevancia en esta caracterización de las salas de clases fue la participación estudiantil. Se calculó un promedio de 2,81 intervenciones por estudiante por hora cronológica de clases, totalizando 0,73 intervención por minuto. Esta normalización se realizó para poder hacer más comparable los resultados, debido a que detrás de la participación total de todos los estudiantes puede esconderse las variables de ser clases más masivas (en la muestra hay clases desde 4 hasta 41 estudiantes) o de mayor duración (se registraron clases que duraban desde 60 hasta 127 minutos). Esta cifra es similar a las 0,69 interacciones por minuto encontrado en el trabajo de tesis de Carrasco (2019), siendo coherente con el entorno en que fue medido y la metodología usada para cuantificar las intervenciones, medidas en ambos casos como las veces en que los estudiantes realizaban preguntas o respuestas. Este promedio en sí no es un número que entregue suficiente información para describir las interacciones o si saber si es alto o bajo, así como tampoco ahonda en la profundidad de la participación, por lo que se necesita más investigación en este ámbito para entender cómo se vincula el estudiante con el resto de los actores mediante sus preguntas y respuestas.

Dentro del desglose de esta participación, dos indicadores son importantes para agregar información a los valores encontrados. En promedio, el 32,04% de los estudiantes no participa en ninguna ocasión durante toda la clase, mientras que el 20% de los estudiantes que más participa concentra aproximadamente el 60% de las intervenciones totales. Aunque no existan investigaciones que hayan planteado estas variables con anterioridad, sí son grupos proporcionalmente considerables dentro de un aula y reconocibles por los y las docentes, quienes saben a grandes rasgos quienes son los que hablan con mayor frecuencia y quienes nunca lo hacen. Aunque en esta investigación los estudiantes no son identificables, más allá de donde están sentados y su género, sería interesante analizar (por ejemplo, como la hace la aplicación Teachly) si estos patrones de comportamiento se mantienen a lo largo de las clases, informando en tiempo real a los profesores para que éstos pudiesen tomar medidas para aumentar la cantidad de personas que participa en sus sesiones, así como poder realizar el vínculo entre estos indicadores y sus prácticas de instrucción.

Un hallazgo importante por discutir es la participación relativa de 3 subgrupos identificables en la sala de clases mediante el protocolo de observación: las mujeres, los atrasados y quienes se sientan en la mitad de delante de la sala, quienes representan, en promedio, el 57,48%, 39,51% y el 58,42%, respectivamente, de los estudiantes totales. En estos 3 subconjuntos no estuvieron sub o sobre representados en cuanto a las intervenciones relativas, es decir, no hubo diferencias significativas entre su composición y participación porcentual en relación con el total. Cabe mencionar, al igual que en indicadores anteriores, que dentro de los valores promedios se esconde cómo distribuyen estas variables, que es donde el análisis debe ser más profundo.

Abordando el segundo objetivo específico, se encontraron tendencias que relacionaron la duración y cantidad de estudiantes en aula con la participación por alumno. Respecto a la duración, las clases de la muestra, en promedio, se extienden por 84 minutos. Existe una correlación negativa entre el largo de una clase y el nivel de participación, como es esperable, y es posible observar que

a medida que la clase empieza a prolongarse más allá de los 90 minutos (dos horas pedagógicas), que es la duración formal en muchas instituciones de educación básica, media y superior, las interacciones decaen ostensiblemente. En cuanto a la cantidad de estudiantes en sala, se halló también una correlación negativa con la participación, en concordancia a los resultados de Lande, Wright & Bartholomew (No publicado), que distribuyeron aleatoriamente las clases de Cálculo I y II en aulas con 18, 24 y 32 estudiantes, encontrando una mayor frecuencia de interacción en clases más pequeñas. Estas dos variables son importantes de analizar, teniendo en cuenta que no dependen de los actores que están dentro de la sala de clases, sino más bien de decisiones institucionales, las que pueden intervenir para obtener salas de clases más participativas.

Un antecedente relevante que aporta este trabajo es cómo las prácticas de enseñanza se ven influenciadas por diversos factores. Las instituciones de acceso abierto ofrecen dos modalidades de estudio: diurno y vespertino, en contraste con la variedad horaria de universidades, que ofrecen en su mayoría jornadas diurnas. Se evidenció un mayor uso de estrategias expositivas y de interacción con preguntas en horarios vespertinos que diurnos. Una posible explicación se explora en Mesa, Celis & Lande (2014), donde se indica que los instructores perciben de los estudiantes una presión para mantener un enfoque tradicional en la enseñanza de la matemática, de no involucrarlos en trabajos en grupo cuando no están bien preparados. Los profesores mencionan en las entrevistas estar muy conscientes de la formación precaria en matemáticas que tuvieron sus estudiantes en la etapa escolar. La deficiencia en contenidos que se arrastra desde el colegio se acentúa en los alumnos que hace mucho no estudian de manera formal. Considerando que el perfil del estudiante de una jornada diurna es de una persona más joven y que egresó hace menos años de la educación media, se puede explicar que, de manera implícita, en las jornadas vespertinas se experimentan clases más centradas en el profesor, con interacciones de un menor nivel cognitivo. Este fenómeno también influye en las observaciones expuestas en el Capítulo 3.3, ya que el ritmo de la clase lo marcan los estudiantes con más dificultades y se traduce en dedicar más tiempo del necesario al desarrollo de ejercicios de menor profundidad cognitiva. Otro factor que sigue esta línea argumentativa es que se genera una instrumentalización de los ejercicios, donde tanto para los estudiantes como para el docente, la importancia detrás de los ejercicios es su similitud con los que aparecen en las evaluaciones. Esto ocasiona que para quienes les cueste más entender las matemáticas, se preocupen de saber llegar al resultado, y a quienes tiene un mayor manejo de la materia, no se muestren interesados en preguntar dudas o responder, por lo que no se generan oportunidades genuinas de participación.

En las clases observadas de este estudio, se encuentran relaciones entre las prácticas de enseñanzas con el género y el desplazamiento a lo largo de una clase del docente. El uso de la conferencia o clase expositiva en aulas en las que el docente está principalmente adelante en la pizarra, quieto, representa un 70,11% del tiempo total de la clase, en contraste con el 43,94% de uso entre los que sí poseen un desplazamiento activo. En estos profesores, la elección de actividades docentes es más variada, donde destacan, en proporción a quienes se desplazan poco, el tiempo que dedican a trabajos individuales y en grupo. Esta distribución, intuitivamente, se debe ver facilitada por el hecho de que el o la profesora a cargo pueda monitorear estos trabajos y responder dudas en la medida que visita los puestos de los estudiantes. Respecto al género del docente, se exhiben diferencias significativas entre las prácticas de hombres y mujeres, donde los profesores dedican, en proporción, casi el doble del tiempo que asignan las profesoras a enfoques tradicionales de enseñanza, como la clase expositiva. Se evidencia también que las profesoras ocupan una batería más diversa de instrucción en sus clases, que resulta interesante estudiar esta elección de actividades en profundidad en futuras investigaciones.

Finalmente, se busca comparar si existe influencia del género del docente en la participación total, así como en la participación de estudiantes de género masculino y femenino., Se halló una mayor participación de las estudiantes cuando el profesor de la clase era un hombre, en cambio, no se reportan diferencias significativas en la participación total, ni en la de estudiantes hombres, cuando el docente a cargo es hombre o mujer. En el antecedente más relevante para este caso, el trabajo de Carrasco (2019), se concluyó que en las clases de composición mixta en que el docente era de género masculino hubo más interacciones que en aquellos en que la docente era de género femenino. Cabe destacar que, en ese estudio, las 25 clases que componían esa muestra se analizaron también en base a la composición mixta o mono genérica de la clase, lo que a su vez deja una cantidad pequeña de clases de cada categoría, lo que dificulta encontrar diferencias estadísticamente significativas, al igual que en las 46 aulas analizadas en esta investigación, por lo que se hace necesario tener una muestra más grande para tener resultados y conclusiones con mayor validez estadística.

## **4.2. Discusión de la metodología**

En este capítulo se discutirá sobre la metodología empleada a lo largo de este trabajo, resaltando los aportes y aspectos útiles de la misma, con el fin de aportar a investigaciones en educación que busquen describir y analizar lo que sucede al interior de una sala de clases.

Como se ha mencionado anteriormente, los protocolos de observación buscan obtener un registro consistente a lo que ocurre en el aula de clases, por lo que la importancia de este instrumento es vital para cualquier tipo de caracterización y análisis. Se ha detallado en el marco conceptual los diversos protocolos de observación usados en contexto similares al de esta investigación, los que resultaron útiles por aportar aspectos en los que fijarse e indicadores que pueden ser contruidos a partir de estos. La mayor parte de la muestra se registró bajo el protocolo de White & Mesa (2012), por lo que el autor de este trabajo adaptó este instrumento orientado a tener un mayor poder de descripción en base a los objetivos propuestos. Este protocolo se ve complementado con el uso de los memos post observación, que aporta a identificar situaciones como las descritas en el Capítulo 3.3. En este sentido, parte de la riqueza en la descripción de la metodología usada son este tipo de sucesos, ya que dan contexto a la realidad particular de las salas observadas, en este caso, de la educación superior técnico profesional en Chile.

Dentro de esta misma línea, un aspecto importante que no se abordó es la profundidad cognitiva detrás de las interacciones. Si bien, las clases registradas tienen el criterio de contabilizar preguntas y respuestas asociadas a la matemática y no es el foco precisamente de esta investigación, sí sería relevante tras las cifras expuestas desglosar qué intervenciones se traducen en oportunidades de aprender realmente matemática, como lo explorado en Suárez (2019). Existe una aproximación a hacer diferencias en este sentido en el protocolo actualmente usado. Dentro de la categoría que el Registro de Actividades cataloga como Interacción con Preguntas existen dos subcategorías: la conferencia tipo IRE, el cual aplica al tipo de interacción que consiste en que los estudiantes responden preguntas del instructor, pero con frases cortas, sin explicar demasiado, y existe también la conferencia con preguntas (en inglés LwQ: Lecture with Questions), que consta de los estudiantes haciendo preguntas o respuestas con oraciones completas. En este trabajo no se realizó la separación de estas dos categorías, pero puede ser relevante para investigaciones que sí indaguen en este tema.

Otra característica por mejorar en la metodología es que no logra evidenciar de manera directa una relación entre prácticas docentes de aprendizaje activo y la participación de los estudiantes. Si bien existen correlaciones entre la cantidad de intervenciones y las estrategias más frecuentes de cada clase, un análisis más fino surgiría de registrar el momento en el que ocurren las preguntas y respuestas de los alumnos, lo que permitiría un vínculo más significativo con el Registro de Actividades, que se codifica cada 5 minutos. Agregar esta notación supone un desafío más para el observador en el uso de este protocolo, por lo que es relevante también considerar cuántos aspectos son capaces de ser registrado al mismo tiempo y cuáles son más valiosos a la hora de describir lo que sucede en una sala de clases

Finalmente, el mayor aporte de este trabajo, en lo metodológico, es la creación de índices y variables en las cuales poner atención, las que pretenden describir las interacciones al interior de la sala de clases. No basta solo con realizar un registro prolijo de lo que sucede en aula, sino que es necesario proponer formas consistentes de medir lo que es relevante para la investigación y sus objetivos propuestos.

### **4.3. Limitaciones**

Existen limitaciones asociadas a la investigación expuesta en esta memoria, relacionadas principalmente al instrumento utilizado y a la selección de la muestra, así como también limitaciones técnicas que influyen en la información registrada.

El instrumento con el que se registró lo que sucede en una sala de clases, en su mayor parte, de carácter cualitativo. Los miembros del equipo de investigación que acudieron a observar clases estaban familiarizados con el protocolo y existieron criterios comunes mínimos conversados sobre qué constituye una pregunta o qué código del Registro de Actividades aplica de mejor manera para algún tipo de instrucción dada, por ejemplo. Aun cuando exista una inducción en el uso del protocolo, en qué fijarse o a qué particularidad de la clase dedicar atención no es algo que se pueda enseñar, sino más bien algo que surge de la experiencia particular de cada persona al estar al interior de una sala de clases. Por ejemplo, el autor de este trabajo consideró relevante dejar registro de las interacciones que se dan entre estudiantes, que no se contemplan inicialmente en el protocolo usado, pero esto no permite hacer una comparación o seguimiento con las clases ya observadas, por lo que representó una limitación para esta investigación.

Existen factores que pueden amenazar la validez externa debido a la metodología usada, siendo la más importante de esta el tamaño de la muestra. Las observaciones que conforman esta investigación son todas de la asignatura de matemáticas, de ramos de primer año, en instituciones de educación superior de acceso abierto. A pesar de abarcar 5 instituciones, y 15 profesores, solo 4 de estos docentes fue visitado en cuatro oportunidades, el número de observaciones consignado en Stains et al. (2018) para caracterizar de manera confiable las prácticas de instrucción. Dentro de esta muestra reducida, se evidencian variables que agregan heterogeneidad a los docentes observados, como si tienen (o no) formación profesional como pedagogos o la carrera que cursan los estudiantes a los que les está enseñando matemáticas, pero no forman parte del análisis ni de las variables que se están comparando, lo que puede influir en los resultados descritos. Además, existe un riesgo de que exista sesgo de autoselección, ya que todos los docentes han decidido participar de manera voluntaria en esta investigación, sumado al sesgo de que todas las instituciones visitadas pertenecen a la ciudad de Santiago.

En las limitaciones técnicas que pueden haber afectado los hallazgos de este trabajo, se destaca que se lograría una mayor confiabilidad en las codificaciones y anotaciones de las clases si fuese más de un observador a cada clase. El protocolo, que ya requiere estar atento a, al menos, lo que hacen los estudiantes, el docente, los problemas expuestos y las situaciones no registrables por los documentos anteriores, pone en duda la capacidad humana de realizar esto de manera confiable durante toda la extensión de una clase, por lo que es muy probable que no se registren todos los detalles e intervenciones, o que exista incertidumbre acerca de cuál estudiante fue el que habló o qué código asignar a un tipo de instrucción en particular. Cabe destacar que este tipo de observación busca ser lo menos invasiva posible, así que muchas de estas decisiones pasan por el criterio particular del observador.

#### **4.4. Recomendaciones**

Los resultados expuestos en esta investigación, sumado a la experiencia del autor a lo largo de este proceso, dan espacio a sugerir recomendaciones. Desde la perspectiva metodológica, se pone de manifiesto la dificultad de lograr caracterizaciones y descripciones de procesos de enseñanza al interior del aula, por lo que contar con instrumentos de observación actualizados y adaptados a la realidad de la ESTP chilena es esencial para futuras investigaciones en el ámbito. Sería interesante agregar a esta metodología datos personales de los estudiantes, tales como tasas de asistencia, carrera que están cursando y resultados académicos, así como más información del perfil de los profesores, tales como años de experiencia en docencia y formación profesional, que permitan vincular estas variables con las ya investigadas. También queda abierta la posibilidad de ocupar estos protocolos en la observación de clases de otras asignaturas y de otras instituciones de educación, en particular, de universidades, con lo que se tendría un panorama amplio de la educación superior en Chile.

Desde el punto de vista práctico, los resultados de este trabajo tienen como principal receptor a las instituciones de educación superior de acceso abierto, donde esta caracterización de sus salas de clases les permitiría a sus directivos realizar una evaluación de impacto más precisa sobre políticas e iniciativas que influyan en el proceso de enseñanza. A los docentes les entrega una herramienta para poder monitorear lo que sucede sus clases, más allá de sus percepciones profesionales, lo que en conjunto da lugar al fomento y desarrollo de programas de formación profesional más efectivos, con el fin de obtener un mejor aprendizaje de las matemáticas en los estudiantes de estas instituciones.

## 5. Conclusión

La educación constituye el motor de la movilidad social en Chile. En particular, juegan un rol muy relevante las instituciones de educación superior de acceso abierto, ya que son quienes principalmente reciben a los estudiantes de estratos socioeconómicos más bajos y con falencias en su formación escolar. Las probabilidades de egreso de estos estudiantes están vinculadas a su desempeño académico, especialmente, con las clases de matemáticas, que representan una piedra angular del sistema de educación superior, dada su relación con la retención y grado de aprobación. Si se considera además que la mayoría de las carreras de educación superior tienen a las matemáticas como un curso importante dentro de la malla curricular, indagar y aportar conocimiento sobre la enseñanza que se vivencia en estas clases resulta valioso.

Esta investigación, de tipo exploratorio y descriptivo, buscó arrojar luz sobre la enseñanza en las instituciones de educación superior de acceso abierto, que representan una parte importante del sistema de educación, que no ha sido indagado lo suficiente en correspondencia a su relevancia, a través la caracterización de las salas de clases de matemáticas. En términos generales, esta caracterización se enfocó en las intervenciones de profesores y estudiantes en el aula, las prácticas de instrucción docente y el contexto en que suceden estas interacciones. Estas variables fueron registradas mediante el uso de un protocolo de observación, usado en contextos similares al de las instituciones que forman parte de esta investigación. Esta información fue procesada bajo un marco analítico orientado al descubrimiento de conocimiento de datos.

El autor de este trabajo experimentó en primera persona los procesos de enseñanza, aprendizaje e interacción que ocurren en estas clases, presenciando una parte importante de las observaciones de la muestra. Este marco contribuye a evidenciar situaciones difíciles de registrar, lo que permitió identificar las variables e índices que mejor describen el proceso de enseñanza que ocurre en la educación superior técnico profesional.

Los resultados muestran aulas participativas, docentes comprometidos a enseñar matemática de mejor manera y estudiantes enfocados en completar su formación profesional. Es fundamental tener en consideración el rol que cumplen las instituciones de la ESTP, quiénes son los estudiantes que en ellas se forman y la preponderancia de las matemáticas en las carreras que cursan para sopesar lo valioso que es lo que acontece en la sala de clases.

Dentro de los principales hallazgos, está la identificación de grupos de estudiantes que concentran las participaciones del total de la clase y grupos que no participan en ninguna ocasión a lo largo de una sesión. Estas métricas cobran sentido en medida que son preocupaciones declaradas por las y los docentes en sus esfuerzos por lograr clases en las que más personas distintas participen de la misma.

Se observa, en cuando a las prácticas docentes, cómo se ven influenciadas por el horario en que se realizan, donde se evidenció que en clases en jornada vespertina usan con mayor frecuencia métodos de enseñanza tradicionales y expositivos respecto a las que ocurren en horarios diurnos. Detrás de este resultado está la toma de decisión implícita de los docentes sobre qué tipo de enseñanza usar en base al perfil de sus estudiantes, ya que es distinto el alumno que escoge una

jornada diurna o una vespertina. Otro aspecto relevante por exponer es que no se encontraron diferencias significativas en la participación de los estudiantes según su género, ya que esta variable ha sido ampliamente estudiada en otros niveles de educación y permite hacer un paralelo con esos resultados, comparando además las metodologías bajo las cuales fue caracterizada la participación.

Este trabajo también refleja sus resultados en lo metodológico. Obtener datos de lo que sucede en la sala de clases va más allá de poseer un instrumento de observación que facilite el registro, se trata de saber a qué variables poner atención y de cómo traducir esta información en indicadores y relaciones que describan y cuantifiquen el proceso de enseñanza. En este sentido, el primordial aporte de esta investigación es la propuesta de una forma consistente de sistematizar lo observado, a través de los variables y métricas usadas. Esta metodología también da espacio a ser usada en otras asignaturas y otro tipo de instituciones, donde sería interesante tener una muestra más amplia y diversa de las interacciones en las salas de clases.

Finalmente, se espera que este trabajo sirva como un antecedente relevante y un aliciente a indagar más en la ESTP. La relación expuesta entre este nivel de educación, el perfil socioeconómico de los estudiantes de este tipo de instituciones y la movilidad social hace que cobre mayor relevancia el que futuras investigaciones tengan a la ESTP como objeto de análisis y estudio, con el fin de lograr que se imparta una mejor enseñanza a quienes ven en esta formación profesional una oportunidad de lograr una mejor calidad de vida.

# Bibliografía

- Amidon, E. & Flanders, N., (1967). The role of the teacher in the classroom; a manual for understanding and improving teacher classroom behaviour.
- Angrist, J. & Lavy, V. (1999). Using Maimonides Rule to estimate the effect of class size on scholastic achievement. *Quarterly Journal of Economics* 114(2): 553-575.
- Attewell, P., Lavin, D., Domina, T., & Levey, T. (2006). New Evidence on College Remediation. *The Journal of Higher Education*, 77(5):886–924.
- Bakhtin, M. (1981). The dialogic imagination. Austin, TX: University of Texas Press.
- Beichner, R., Bernold, L., Burniston, E., Dail, P., Felder, R., Gastineau, J. & Risley, J. (1999). Case study of the physics component of an integrated curriculum. *American Journal of Physics*, 67(S1), S16-S24.
- Blair, R., Kirkman, E. & Maxwell, J. (2013). Statistical abstract of undergraduate programs in the mathematical sciences in the United States. Fall 2010 CBMS Survey. Washington DC: AMS.
- Bork, S., Wiwel, C., Blackburn, M., Johnson, A. & Finelli, C. (2018, June), Board 12: Impact of Flexible Classroom Spaces on Instructor Pedagogy and Student Behavior Paper presented at 2018 ASEE Annual Conference y Exposition, Salt Lake City, Utah.
- 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.
- Carrasco, C. (2019). Brechas de género en las interacciones entre docentes y estudiantes en cursos de matemática en la Educación Superior Técnico - Profesional. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/170841>
- Celis, S., Toro-Vidal, V. & Quiroz, C. (2017). Empowering Classroom Groups: A Driving Obligation of Math Faculty in Open-Access Institutions in Chile. 42 Annual ASHE Conference, Houston, TX.
- Chetty, R., Friedman, J., Hilger, N., Saez, E., Schanzenbach, D. & Yagan, D. (2010). How does your kindergarten classroom affect your earnings? Evidence from Project STAR. NBER Working Paper No. 16381
- Cohen, D. & Ball, D. (1999). Instruction, Capacity, and Improvement. Consortium for Policy Research in Education Rep. No. RR-43. Philadelphia: University of Pennsylvania, Graduate School of Education.
- Cohen, D., Raudenbush, S, & Ball, D. (2003). Resources, instruction, and research. *Educational evaluation and policy analysis*, 25(2):119–142.

- Consejo Nacional de Educación [CNED]. (2018). Tendencias de la matrícula de pregrado en educación superior. Recuperado de <https://www.cned.cl/sites/default/files/presentacionindices2018.pdf>
- Dee, T. & Martin R. (2011). The Non-cognitive returns to class size. *Educational Evaluation and Policy Analysis* 33(1): 23-46.
- Dowd, A., Bensimon, E., Gabbard, G., Singleton, S., Macias, E., Dee, J. & Giles, D. (2006). Transfer access to elite colleges and universities in the United States: Threading the needle of the American dream
- Droguett, F., & Celis, S. (2018). Influencia del contexto institucional en el trabajo de los profesores de matemáticas en la educación superior técnico-profesional en Chile. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 44(3), 235-252.
- Dynarski, S., Hyman, J., & Schanzenbach, D. (2013). Experimental evidence on the effect of childhood investments on postsecondary attainment and degree completion. *Journal of Policy Analysis and Management* 32(4):692–717
- Farías, M., & Carrasco, R. (2012). Diferencias en resultados académicos entre educación técnico-profesional y humanista-científica en Chile. *Calidad en la educación*, (36), 87-121.
- Fassinger, P. (1995). Understanding classroom interaction: Students' and professors' contributions to students' silence. *The Journal of Higher Education*, 66, 82-96.
- Fassinger, P. (2000). How classes influence students' participation in college classrooms. *Journal of Classroom Interaction*, 35(2), 38-47.
- Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G., & Smyth, P. (1996). From Data Mining to Knowledge Discovery in Databases. *AI Magazine*, 17(3), 37.
- Finelli, C., & Daly, S. (2011). Teaching practices of engineering faculty: Self-reported behavior and actual practice. Proceedings of the 2011 International Research in Engineering Education Symposium, Madrid, Spain.
- Freeman, S., Eddy, S., McDonough, M., Smith, M., Okoroafor, N., Jordt, H. & Wenderoth, M. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23):8410–8415.
- Gobierno de Chile (2018). Proyecto de ley: la Gratuidad se extenderá al 70 % más vulnerable de los estudiantes de educación técnico-profesional.
- Hora, M. & Ferrare, J. (2013). Teaching Dimensions Observation Protocol (TDOP).
- Hora, M., Ferrare, J. & Oleson, A. (2012). Findings from classroom observations of 58 math and science faculty. Madison, WI: University of Wisconsin-Madison, Wisconsin Center for Education Research.

- Hoxby, C. (2000). The effects of class size on student achievement: New evidence from population variation. *Quarterly Journal of Economics* 115(4):1239–1285.
- Inversión de la sociedad en educación superior. Enfoque de políticas ESTP N°2 (2019) (no publicado)
- Kim, J., Kim, J., Desjardins, S., & McCall, B. (2015). Completing Algebra II in high school: Does it increase college access and success? *Journal of Higher Education*, 86(4), 628-662.
- Krueger, A. B. (1999). Experimental Estimates of Education Production Functions  
The Quarterly Journal of Economics, 114 (2): 497–532
- Kunter, M. & 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.
- Lande, Wright & Bartholomew. Comunicación privada (2016). Email.
- Lasry, N., Charles, E. & Whittaker, C. (2014). When teacher-centered instructors are assigned to student-centered classrooms. *Physical Review Special Topics—Physics Education Research*, 10(1), 010116.
- Lave, J. (1988). *Cognition in practice: Mind, mathematics and culture in everyday life*. New York, NY, US: Cambridge University Press.
- Mesa, V. (2007). The teaching of mathematics in community colleges. Unpublished manuscript. University of Michigan, Ann Arbor, MI.
- Mesa, V. (2010). Student participation in mathematics lessons taught by seven successful community college instructors. *Adults learning mathematics*, 5(1):64–88.
- Mesa, V. (2014). Classroom Interaction between Remedial and College Mathematics Courses in a Community.
- Mesa, V., Celis, S. & Lande, E. (2014). Teaching approaches of community college mathematics faculty: Do they relate to classroom practices?. *American Educational Research Journal*, 51:117–151.
- Ministerio de Desarrollo Social (2016). Casen 2015, Educación: Síntesis de Resultados.
- Ministerio de Educación (2015b). Estrategia Nacional de Formación Educación Técnico-Profesional.
- Monahan, T. (2002). *Flexible Space & Built Pedagogy: Emerging IT Embodiments*.
- Paredes, R. (2012). Universidad y Lucro: o el dilema de la cobertura. *Puntos de Referencia*, 348.

- Paredes, R. (2015). Desafíos desde la experiencia de Financiamiento de la Educación Superior en Chile. En A. Bernasconi (Ed.), *La Educación Superior de Chile*. Santiago: CEPPE.
- Paredes, R., Meneses, F. & Blanco, C. (2018). Más allá de la deserción: trayectorias académicas en la educación superior en Chile.
- Paredes, R. & Sevilla, M. (2015). *Reforma de la Educación Superior Técnico Profesional. Regímenes de admisión en la educación superior técnico profesional. Enfoque de políticas ESTP N°1* (2019)
- Sanhueza, F., Cornejo, P. & Leyton, J. (2015). La educación como agente de movilidad social. *Convergencia Educativa*, (6), 95-106. Recuperado a partir de <http://revistace.ucm.cl/article/view/299>
- Sepúlveda, L. (2016). Trayectorias educativo-laborales de jóvenes estudiantes de educación técnica en Chile: ¿Tiene sentido un sistema de formación para el trabajo en la educación secundaria? *Páginas de Educación*, 9(2), 49-84.
- Servicio de Información de Educación Superior (2014a). *Evolución de oferta y matrícula 2007-2014: Educación Superior Vespertina*.
- Servicio de Información de Educación Superior (2017). *Acceso a educación superior en Chile 2017 - Análisis cohortes de egresados de enseñanza media 2012 a 2016*.
- 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*.
- Servicio de Información de Educación Superior (2019). *Deserción de primer año y reingreso a educación superior en Chile - Análisis de la cohorte 2015*.
- Servicio de Información de Educación Superior (2019). *Informe matrícula 2019 en educación superior en Chile*.
- Sevilla, M. (2012). *Educación Técnica Profesional en Chile: Antecedentes y Claves de Diagnóstico*. Centro de Estudios Ministerio de Educación. 35-54
- 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, 13-47.
- Stains et al. (2018). *Anatomy of STEM Teaching in American Universities: A Snapshot from a Large-Scale Observation Study*.

- Suárez, F. (2019). 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. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/171098>
- Taylor, S. (2009). Effects of studio space on teaching and learning: Preliminary findings from two case studies. *Innovative Higher Education*, 33(4), 217-228
- Teachly (s.f.). Teachly - Get to know your students. Get to know your teaching. Recuperado el 29 de diciembre de 2019 de <https://teachly.me/>
- Torche, F. & Wormald, G. (2004). "Estratificación y movilidad social en Chile: entre la adscripción y el logro". Serie Políticas Sociales 98 (LC/L.2209-P). Santiago: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Vygotsky, L. (1986). *Thought and language* (A. Kozulin, Trans.). Cambridge, Mass: M.I.T. Press.
- White, N. & Mesa, V. (2012). Observation Protocol for CSPCC (Characteristics of Successful Programs in College Calculus).

## **Apoyos institucionales**

La investigación realizada en este trabajo está enmarcada en el proyecto Fondecyt Iniciación 11160656 y contribuye a los objetivos generales del proyecto a través de su propio objetivo general definido, sumado a sus objetivos específicos. Este trabajo se verá beneficiado de los recursos que el proyecto ha puesto a su disposición, siendo algunos de ellos, por ejemplo, la orientación y evaluación de los avances en el trabajo, la vinculación con instituciones de ESTP, y recursos para emplear en la captura y transcripción de los datos recopilados.

# Anexos y apéndices

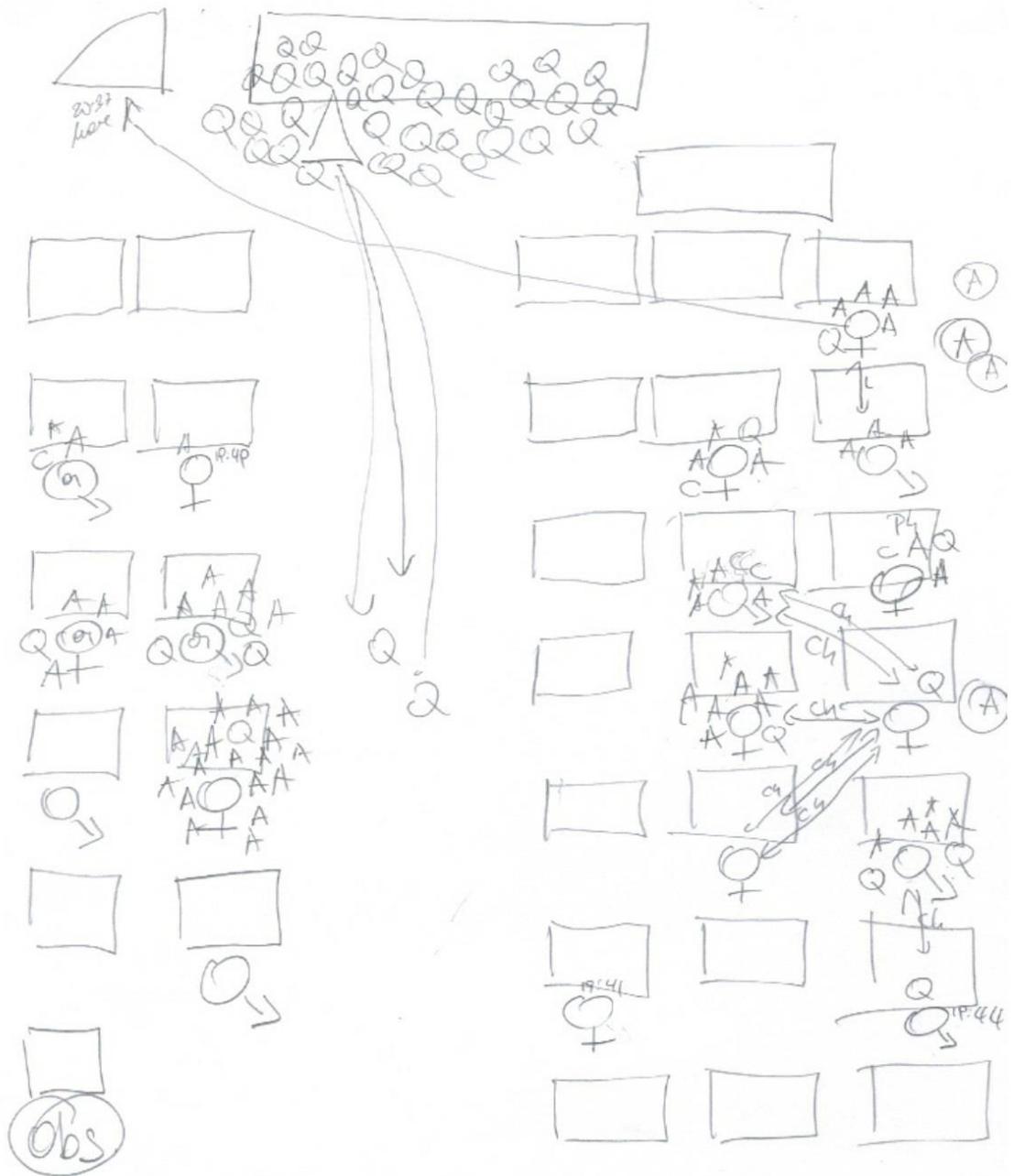
## Anexo 1

Cobertura neta en Educación Superior – Elaboración en base a datos de la CASEN.

Quintil	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2003	2006	2009	2011	2013
Q1	4,0%	5,3%	6,4%	6,6%	6,2%	7,0%	10,0%	13,6%	16,6%	22,1%	27,4%
Q2	6,3%	7,0%	7,5%	11,8%	9,4%	11,6%	15,0%	17,1%	20,8%	27,5%	30,5%
Q3	10,4%	9,4%	13,7%	16,4%	16,5%	22,2%	22,9%	23,8%	25,4%	26,3%	35,5%
Q4	17,5%	17,9%	25,0%	25,7%	28,5%	30,9%	35,2%	35,2%	33,5%	39,0%	40,8%
Q5	33,1%	31,0%	43,4%	49,7%	51,7%	51,9%	57,6%	52,8%	54,4%	58,8%	57,5%
<b>Total</b>	<b>12,9%</b>	<b>12,8%</b>	<b>18,1%</b>	<b>21,0%</b>	<b>20,9%</b>	<b>22,0%</b>	<b>26,1%</b>	<b>27,4%</b>	<b>28,9%</b>	<b>33,2%</b>	<b>36,8%</b>

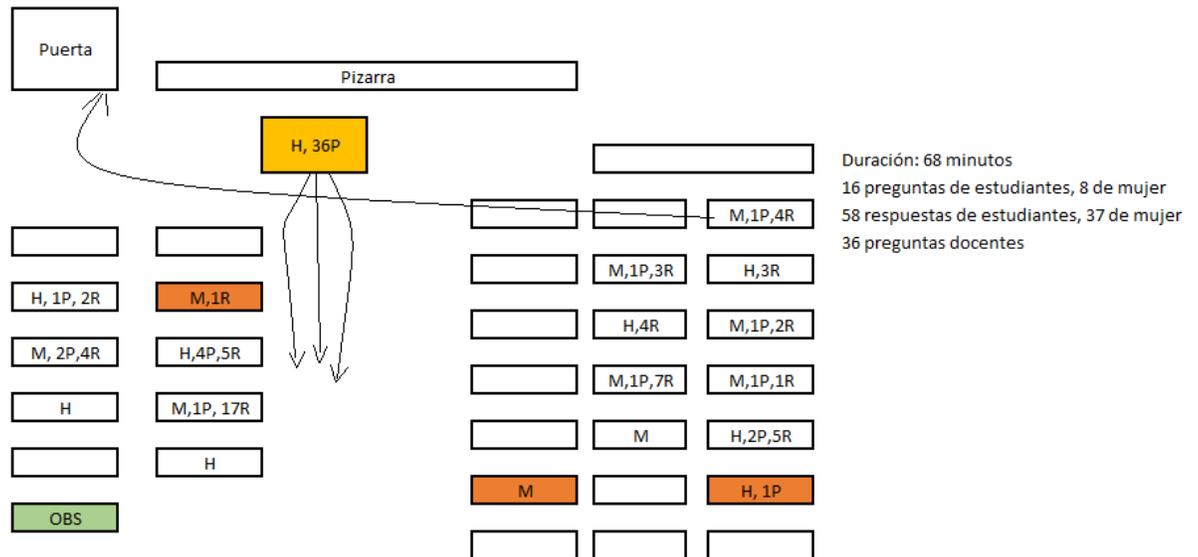
## Anexo 2

Mapa de la observación de una clase, inspirado por las instrucciones de White & Mesa (2012).



## Anexo 3

Rediseño del mapa de clases, con el fin de facilitar la visualización y contabilización de los datos registrados.



## Anexo 4

Tabla de correlación entre variables de interés

ID	Variables	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Participación estudiantes	1	,01	-,30	-,63	-,70	,07	-,70	-,36	,02	,19	,63	-,29	,02	,17
2	Género docente	,01	1	,05	-,16	,21	-,25	-,03	-,02	,27	,53	-,02	-,59	-,36	,24
3	Duración	-,30	,05	1	,43	,14	,31	,17	,44	,28	-,12	,27	,24	-,11	-,29
4	Estudiantes totales	-,63	-,16	,43	1	,29	-,09	,59	,69	-,26	-,24	,40	,30	,07	-,21
5	% mujeres	-,70	,21	,14	,29	1	-,19	,47	-,03	,39	-,06	,39	,10	-,34	-,14
6	% atrasados	,07	-,25	,31	-,09	-,19	1	,00	-,10	,06	,01	,09	,19	,10	,12
7	% no participantes	-,70	-,03	,17	,59	,47	,00	1	,27	-,12	-,32	,79	,11	,02	-,05
8	Ocupación	-,36	-,02	,44	,69	-,03	-,10	,27	1	-,14	-,15	,19	,17	,20	-,37
9	Preguntas docentes total	,02	,27	,28	-,26	,39	,06	-,12	-,14	1	-,02	-,03	-,03	-,29	-,16
10	Desplazamiento	,19	,53	-,12	-,24	-,06	,01	-,32	-,15	-,02	1	-,32	-,49	-,21	,36
11	Concentración participación	-,63	-,02	,27	,40	,39	,09	,79	,19	-,03	-,32	1	,15	,03	-,17
12	Clase expositiva	-,29	-,59	,24	,30	,10	,19	,11	,17	-,03	-,49	,15	1	,05	-,28
13	Interacción con preguntas	,02	-,36	-,11	,07	-,34	,10	,02	,20	-,29	-,21	,03	,05	1	-,05
14	Individual	,17	,24	-,29	-,21	-,14	,12	-,05	-,37	-,16	,36	-,17	-,28	-,05	1

## Anexo 5

En este anexo se muestran los enunciados transcritos de algunos de los problemas expuestos en las clases observadas, además de su hora de inicio y de término, con el fin de entregar más contexto a la información expuesta a lo largo de la memoria.

### Problema 1

Hora de inicio: 21:08

Hora de término: 21:17

En una panadería con 80 kilos de harina se hacen 120 kilos de pan. ¿Con cuántos kilos de harina se harán 99 kilos de pan?

### Problema 2

Hora de inicio: 14:28

Hora de término: 14:35

¿Cuántos centímetros son 4,5 metros?

**Problema 3**

Hora de inicio: 14:36

Hora de término: 14:50

Si hoy atendió 4 pacientes y sus alturas eran:

1 - 1,65 metros.

2 - 1,82 metros.

3 - 1,75 metros.

4 - 1,68 metros.

- a) Ordene de menor a mayor sus alturas.
- b) Convierta cada altura a centímetros.
- c) Calcule la altura promedio.

**Problema 4**

Hora de inicio: 15:24

Hora de término: 15:39

Al pesar 4 pacientes, se registran los siguientes pesos:

1 - 54 kilos.

2 - 78 kilos.

3 - 82 kilos.

4 - 60 kilos.

- a) ¿Cuántos gramos pesa cada uno de ellos?
- b) ¿Cuántos miligramos pesa cada uno?
- c) ¿Cuántos kilos tenemos en total entre los 4 pacientes?

## 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

#### **Protocolo de Entrevista Final Proyecto EMAA – Fondecyt N°11160656**

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?