

INVESTIGACIONES

Caracterización de la enseñanza de matemática en educación superior técnico profesional a través del estudio de las preguntas hechas por docentes en la sala de clases*

Characterization of mathematics teaching in vocational postsecondary education by studying questions asked by teachers in the classroom

Francisco Suárez Salas^a, Sergio Celis Guzmán^b

^a Centro de Sistemas Públicos, Ingeniería Industrial, Universidad de Chile.
francisco.suarez@uchile.cl

^b Escuela de Ingeniería y Ciencias, FCFM, Universidad de Chile.
scelis@uchile.cl

RESUMEN

A pesar del creciente protagonismo de la educación superior técnico profesional (ESTP) en Chile, existe escasa evidencia sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje que se llevan a cabo en las salas de clase de este tipo de instituciones.

Este trabajo se propone caracterizar la enseñanza de matemática de un grupo de profesores de ESTP, mediante una metodología de análisis cualitativo, indagando en la profundidad cognitiva de las preguntas que los profesores hacen en el aula y en las oportunidades que estas preguntas generan para que los estudiantes se involucren con el contenido de la clase.

Los resultados obtenidos indican una escasez de oportunidades presentadas a los estudiantes para involucrarse con contenido matemático de mayor complejidad. A partir de los resultados, se señalan vertientes de acción e investigación, relacionadas con el quehacer de los docentes y su vinculación con las instituciones.

Palabras claves: ESTP, preguntas, educación matemática, autenticidad, oportunidad de participación.

ABSTRACT

Despite the growing importance of technical and vocational postsecondary education (ESTP) in Chile, there is little evidence of the teaching and learning processes that take place in their classrooms.

The purpose of this paper is to characterize the mathematics teaching of a group of ESTP instructors through a qualitative analysis, examining the cognitive depth of the questions that teachers ask in their classroom and the opportunities that these questions generate for students to get involved with the content of the class.

Results show a scarcity of opportunities presented to students to engage with more complex mathematical content. Based on the results, action and research approaches are pointed out, related to the work of teachers and their link with institutions.

Key words: vocational education, questioning, mathematics education, authenticity, participation opportunities.

* Este trabajo recibió financiamiento del Proyecto Fondecyt N° 11160656.

1. INTRODUCCIÓN

Durante la última década, la Educación Superior Técnico Profesional (ESTP) ha logrado consolidarse como un tema relevante en la agenda pública. Esto se ha manifestado en diferentes reformas, como la creación de 15 Centros de Formación Técnica del Estado (Mineduc, 2016) y la implementación de gratuidad arancelaria para una parte importante de su matrícula, involucrando costos que alcanzarían los 310 mil millones de pesos y que seguirán creciendo a medida que aumente la cobertura (Gobierno de Chile, 2018).

La ESTP en Chile es impartida en 46 Centros de Formación Técnica (CFT) y 40 Institutos Profesionales (IP), los cuales conformaron el 43% de la matrícula total de pregrado en 2018, la cual asciende a 1 millón y 200 mil inscritos (SIES, 2018a). Si bien el segmento universitario es mayor en términos de matrícula total, este ha tenido un crecimiento del 37% en el período 2007-2017, el cual es moderado en comparación con la ESTP, la cual ha crecido un 142% en el mismo lapso. Este crecimiento de la matrícula es fundamental para explicar el aumento en el acceso a la educación superior que ha ocurrido en Chile durante los últimos 20 años (Paredes, 2018).

Además de su gran tamaño, una de las principales características del sistema es su elevada concentración, pues existen 4 instituciones que representan más del 67 % de la matrícula total de la ESTP (SIES, 2018a). En cuanto a las áreas profesionales estudiadas, predomina la de tecnología seguida por la de administración y comercio, las cuales representan un 33% y un 28% de la matrícula, respectivamente. En Chile, también existe una matrícula importante de ETP secundaria, la cual compone cerca de un 40% de los estudiantes de los últimos dos niveles de educación escolar (Agencia de Calidad de la Educación, 2016). La vinculación entre la ETP secundaria y terciaria es escasa y requiere aún de mayor definición (Paredes, 2018).

Otra característica importante del sector es el contexto socioeconómico de los estudiantes, quienes en su mayoría provienen de los quintiles de menor ingreso (Ministerio de Desarrollo Social, 2016). Para muchos, la ESTP es una buena opción pues permite una rápida inserción en el mercado laboral con salarios que incluso pueden alcanzar el promedio de los programas universitarios para las carreras más rentables (Sevilla, 2012). Además, las instituciones ESTP son de acceso abierto, pues no necesariamente exigen la rendición de la prueba de selección universitaria (PSU) o lo hacen sin aplicar un puntaje mínimo de admisión. Lo anterior se liga además con la interrumpida trayectoria educativa de los estudiantes de ESTP: los CFT e IP presentan niveles de retención de primer año notablemente menores que las universidades. Por cada 100 estudiantes que accedieron al sistema universitario en la cohorte de 2016, 89 se mantuvieron en la educación terciaria para el año siguiente, mientras que solo 74 de cada 100 lo hicieron en la ESTP (SIES, 2018b).

No sorprende entonces que la ESTP haya sido parte importante del debate nacional con respecto al sistema de educación superior. No obstante, hasta la fecha, gran parte de la discusión sobre la ESTP presenta un enfoque estrechamente ligado a una visión macroeconómica, alejado de lo que ocurre en la sala de clases. Lamentablemente, la evidencia sobre lo que ocurre en las aulas, en particular, quiénes son sus profesores y sus estudiantes, cómo estos enseñan y aprenden, es bastante escasa, sino nula. El debate sobre este sistema se ha dado sin la información suficiente, y por ende, un amplio espacio de posibilidades de mejora es desperdiciado.

La escasa evidencia existente confirma la necesidad de investigar estas instituciones desde una perspectiva educacional aplicada (Paredes, 2018). Por ejemplo, un estudio concerniente a la persistencia de estudiantes secundarios en la ESTP sugiere que la preparación en lenguaje y matemática se asocia a una mayor retención (Farías & Sevilla, 2015). Este resultado concuerda con la literatura internacional, la cual indica que el desempeño en matemática es uno de los principales factores académicos determinantes en la decisión de abandonar los estudios superiores (Attewell, Lavin, Domina & Levey, 2006; Bahr, 2010). Si bien no se dispone de información oficial sobre qué cantidad de estudiantes recibe cursos de matemática en la ESTP, las carreras y áreas de estudio predominantes sugieren que esta sería una cantidad considerable, al tratarse en su mayoría de disciplinas STEM¹.

Ningún sistema educacional es mejor que sus profesores (Laursen, Hassi, Kogan & Weston, 2014; Rockoff, 2004). Por este motivo, cualquier discusión sobre educación debe tener a los docentes como protagonistas. Con respecto a los profesores de matemática de la ESTP, una investigación reciente muestra que el contexto institucional en que se desempeñan estos profesionales suele dificultar su labor (Droguett & Celis, 2018). Por esta razón, entender cómo enseñan estos profesores es de suma importancia para caracterizar la ESTP y comprender sus resultados.

Si bien se ignora cómo son las clases de matemática en la ESTP, la evidencia internacional sugiere que en estos contextos predomina la exposición interactiva (“interactive lecture”, en inglés). En este tipo de clases, los profesores presentan el contenido y hacen preguntas para asegurar que la exposición está siendo seguida, mientras los estudiantes toman nota y son ocasionalmente animados a hacer preguntas (Mesa & AI@CC Research Group, 2017). La información disponible actualmente no sugiere que la situación sea diferente en las aulas de matemática de la ESTP chilena.

Teniendo en consideración el contexto de la ESTP, es mayor aun la urgencia de estudiar el tipo de metodologías utilizadas en la enseñanza de matemática. Una práctica central en el contexto de la enseñanza de la matemática en la ESTP chilena e internacional, es el uso de preguntas por parte de profesores en las salas de clases. Durante una clase expositiva, las preguntas suelen ocurrir frecuentemente y son utilizadas por los docentes como un apoyo en su disertación (Mesa & Lande, 2014). El uso de preguntas ha sido objeto de estudio de la investigación en educación durante décadas y es reconocido por expertos de diversas disciplinas como una herramienta para promover el involucramiento de los estudiantes con el contenido y finalmente, el aprendizaje (Cruce, Wolniak, Seifert & Pascarella, 2006; Larson & Lovelace, 2013; Mesa & Lande, 2014; Nystrand, Wu, Gamoran, Zeiser & Long, 2003). A pesar de la ingente literatura que lo concierne, el uso de preguntas no ha perdido interés para la investigación sobre la enseñanza de matemática durante la última década. Por ejemplo, caracterizaciones del uso de preguntas en el aula se han usado para contrastar la descripción que un grupo de docentes hace sobre su propia enseñanza con sus prácticas en la sala de la clase (Mesa, Celis & Lande, 2014), así como para entender las oportunidades de participación en clases de matemática avanzada (Paoletti *et al.*, 2018). En suma, el estudio de las preguntas hechas por los profesores es una herramienta que, al

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

indagar en una práctica cotidiana, puede ser utilizada para caracterizar la enseñanza de matemática en la ESTP al indicar cómo son las oportunidades presentadas a los estudiantes para involucrarse activamente con el contenido matemático.

En definitiva, el sistema de ESTP del país es víctima de un desconocimiento sobre lo que ocurre en sus salas de clases. En particular, es muy poco lo que se sabe sobre la enseñanza de matemática, a pesar de ser innegable la importancia que esta puede tener en la trayectoria educativa y profesional de los estudiantes. Lo anterior es de relevancia, especialmente considerando la enorme cantidad de recursos que se destinarán a la ESTP, en términos de gratuidad arancelaria y creación de nuevas instituciones del Estado, en los próximos años. Estos recursos pueden verse malgastados si las reformas no apuntan también a transformar los procesos de enseñanza que se llevan a cabo en estas instituciones. Este trabajo busca aportar con este tipo de evidencia, ayudando a caracterizar la compleja labor de enseñar en este sistema, estudiando el uso de preguntas hechas por los docentes en las salas de clases como una aproximación para entender las oportunidades que el estudiante tiene para participar y apropiarse de la matemática como disciplina.

2. MARCO CONCEPTUAL

2.1. ENSEÑANZA E INTERACCIONES

Para este trabajo, será especialmente relevante el modelo conceptual propuesto por Cohen, Raudenbush y Ball (2003). Este modelo propone entender la enseñanza como el trabajo compartido entre profesores y estudiantes realizado sobre un contenido, dentro de un entorno y extendido a través de un espacio de tiempo. Mantener este tipo de visión resultará esencial para no pasar por alto la complejidad existente en las salas de clases y centrarse en los agentes que participan en el aula y sus interacciones, reconociendo que la enseñanza y el aprendizaje ocurren todo el tiempo, incluso cuando no lo parece.

Con respecto a las interacciones entre profesores y estudiantes en el aula, la investigación en educación matemática provee una gran cantidad de evidencia sobre la importancia que estas tienen para configurar la enseñanza y aprendizaje que en ellas ocurre. Este tipo de investigaciones pone el foco en la forma en que profesores y estudiantes comunican la matemática (Sfard, 2001; Yackel & Cobb, 1996), y han logrado mostrar que, en clases en que los profesores logran desafiar intelectualmente a sus estudiantes, motivándolos a examinar sus soluciones, estos obtienen mejores resultados en matemática (Celis, Quiroz, & Toro-Vidal, 2019; Kunter & Voss, 2013). El uso de preguntas suele aparecer como una práctica docente que puede generar este tipo de desafío intelectual especialmente cuando se dirige a indagar la justificación que un estudiante encuentra para una solución. Este tipo de preguntas contribuye a promover un rol más activo del estudiante en su aprendizaje y la construcción de una sala de clases más participativa y propensa al aprendizaje (Martino & Maher, 1999).

2.2. USO DE PREGUNTAS

La importancia del uso de preguntas en la enseñanza ha sido reconocida por educadores e investigadores durante décadas. Ya en los años 60, se señalaba a las preguntas como una

de las principales herramientas de los docentes para estimular la reflexión y el aprendizaje en el estudiante (Aschner, 1961; Gall, 1970). Al igual que hace décadas, la exposición con preguntas ocupa una parte importante del tiempo de clases y la mayoría de estas preguntas se caracteriza por requerir recordar hechos o procedimientos más que invitar a reflexionar sobre un tema en cuestión. Esto contrasta con la evidencia que señala que las preguntas de nivel cognitivo superior contribuyen al entendimiento de los estudiantes (Boaler & Brodie, 2004) y que el uso de preguntas que requieren simplemente recordar un hecho o procedimiento limita el involucramiento del estudiante y no promueve una comprensión robusta del contenido (Stein, Remillard & Smith, 2007). En esta línea, durante la última década, se han realizado investigaciones en educación superior para estudiar el uso de preguntas de acuerdo con su nivel cognitivo y su relación con el contenido. Por ejemplo, en Paoletti *et al.* (2018) se analizan las estrategias en el uso de preguntas de 11 profesores en cursos avanzados de matemáticas de nivel universitario, con el objetivo de determinar hasta qué punto los instructores proveen oportunidades de participación a los estudiantes durante la clase. Se encontró que los profesores hacen una gran cantidad de preguntas matemáticas, no obstante, no todas estas generan oportunidades de participación para los estudiantes. Los profesores analizados hacen una importante proporción de preguntas que requieren recordar un hecho o aplicar un procedimiento. Además, se encontró que solo un 40% de las preguntas hechas a la clase terminan siendo respondidas, a pesar de ser cursos de matemática avanzada, en los cuales se esperaba que se fomente una reflexión profunda sobre el contenido.

Mesa y Lande (2014) estudian el uso de preguntas en cursos iniciales de trigonometría en community colleges, instituciones de educación superior cuyas características son similares al contexto de la ESTP en Chile. Las autoras buscan determinar cómo las preguntas pueden ser oportunidades creadas por los docentes para involucrar a los estudiantes en una actividad matemática auténtica, que vaya más allá de la recordación o repetición. Para esto, clasifican las preguntas en dos tipos²:

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

Las autoras reportan que la proporción de preguntas auténticas es en promedio un 30% del total de las preguntas matemáticas. Además, el 72% del total de preguntas matemáticas es respondida por los estudiantes o bien estos disponen de una ventana de tiempo suficiente para contestarlas. Esta investigación muestra que existe un patrón consistente en el uso de

² Traducción del inglés: routine and authentic questions.

preguntas: se exige poca profundidad matemática al predominar las preguntas rutinarias y se interrumpe con mayor frecuencia el proceso de pensamiento de los estudiantes para las preguntas auténticas.

La profundidad cognitiva del tipo de preguntas también se utiliza para caracterizar los enfoques de enseñanza. En Mesa *et al.* (2014) se contrasta la forma en que un grupo de docentes describe su forma de enseñar, con un análisis de sus clases, estudiando la forma en que contextualizan la matemática en el aula y el nivel cognitivo de las preguntas usadas. Si bien se encontró una asociación entre la descripción que los docentes hacen sobre su enseñanza y la forma en que contextualizan la matemática en la sala de clases, no fue así con el uso de preguntas. Es decir, aunque los profesores hablen de su enseñanza como centrada en el estudiante, esto no se ve necesariamente reflejado en un uso más frecuente de preguntas de mayor nivel cognitivo. En promedio, un 80% de las preguntas matemáticas utilizadas por estos profesores eran rutinarias.

2.3. TIEMPO DE ESPERA Y OPORTUNIDADES DE PARTICIPACIÓN

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

En Paoletti *et al.* (2018) se utiliza el tiempo de espera para operacionalizar el concepto de oportunidad de participación con respecto a las preguntas que hacen los profesores. En particular, se define que una pregunta es una oportunidad de participación si los estudiantes la responden o bien el profesor proveyó a la clase de al menos 3 segundos de tiempo de espera. En esta investigación se encontró que en promedio, cerca de la mitad de las preguntas hechas resultaban ser una oportunidad de participación. Mesa y Lande (2014), utilizan una metodología análoga, definiendo como preguntas matemáticas abortadas aquellas sin tiempo de espera suficiente para ser respondidas. En este trabajo se encontró que el 33% de las preguntas auténticas eran abortadas, mientras que solo un 26% de las preguntas rutinarias lo era, señalando que los docentes eran más propensos a abortar una pregunta de mayor profundidad cognitiva que una de baja profundidad.

Existen varias limitaciones que permiten cuestionar los efectos atribuidos a aumentar los tiempos de espera otorgados por los profesores. Una discusión extensa sobre este tema se presenta en Carlsen (1991). En términos generales, es importante considerar que los efectos de aumentar los tiempos de espera podrían no ser directos, por lo cual es clave recordar que este es un recurso a ser estudiado en el contexto de las interacciones entre los participantes de la clase y el contenido, y no de manera aislada.

En base a los antecedentes presentados sobre las interacciones en el aula, especialmente sobre el uso de preguntas y su importancia para promover el aprendizaje de los estudiantes,

este trabajo propone la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo son las oportunidades de participación generadas por profesores de matemáticas de ESTP, a través del uso de preguntas en la sala de clase? Para responder a esta pregunta se trabajará en función de 2 objetivos: a) determinar la profundidad cognitiva de las preguntas de un grupo de profesores e b) identificar la cantidad de oportunidades de participación generadas mediante estas preguntas.

3. METODOLOGÍA

3.1. INSTITUCIONES PARTICIPANTES

En esta investigación participaron dos instituciones de ESTP. La Institución 1, es una institución de gran tamaño, con más de 30 mil estudiantes matriculados en 2018, que ofrece una amplia variedad de programas en diversas sedes a lo largo de todo el territorio nacional. La Institución 2, tuvo más de mil estudiantes matriculados en 2018, y en ella se ofrecen programas de formación profesional, en la Región Metropolitana. Un aspecto interesante de las instituciones participantes en esta investigación es que representan a los dos marcados segmentos de tamaño que componen las instituciones de la ESTP. En términos de admisión, ninguna de las instituciones selecciona de acuerdo con los resultados de la PSU, aunque sí utilizan instrumentos propios para diagnosticar el nivel de dominio matemático de los estudiantes.

3.2. DOCENTES PARTICIPANTES

Tres profesores fueron parte de esta investigación, quienes decidieron participar voluntariamente del estudio. La participación de los profesores es de carácter confidencial, por lo que se utilizarán seudónimos para referirse a ellos y se omitirá cualquier característica que pueda ser utilizada como identificación. A pesar de ser una muestra reducida, se encuentra un rango interesante de variabilidad en sus características, las cuales se señalan en la Tabla 1.

Tabla 1. Docentes participantes de la investigación y algunas de sus características

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

Nota: Los años de experiencia en enseñanza fueron estimados desde la descripción que él o la docente hacía de su trayectoria profesional.

3.3. RECOPIACIÓN DE DATOS

La recopilación de datos se desarrolló en tres etapas principales. Primero se realizó una entrevista inicial, con el objetivo de conocer a los docentes en términos de sus antecedentes, percepciones sobre sus estudiantes, prácticas y concepciones sobre la enseñanza e influencias institucionales en su trabajo. Luego se llevó a cabo la observación y filmación de clases, realizada en 4 sesiones de sus clases con un mismo curso. A cada sesión asistió una persona encargada del registro audiovisual, realizado mediante una cámara con foco en el docente, y un micrófono de solapa para capturar su voz. Además, a cada una de las sesiones asistió un observador para caracterizar la clase utilizando otros protocolos, con el objetivo de capturar aspectos adicionales de la clase, como los problemas presentados en el pizarrón y la disposición espacial de los estudiantes en la sala, entre otros. Luego, el audio de cada clase fue transcrito verbatim para ser analizado. Finalmente, se realizó una entrevista final con el objetivo de retroalimentar a los docentes participantes en base las observaciones de clase llevadas a cabo, además de invitarlos a reflexionar sobre los datos recopilados.

Todas las actividades de recopilación de datos fueron llevadas a cabo en un marco temporal de 8 semanas. Las sesiones registradas formaron parte de cursos con modalidad vespertina, que abarcaron las temáticas señaladas en la Tabla 2.

Tabla 2. Temáticas abarcadas en las clases observadas durante la investigación

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

3.4. MARCO ANALÍTICO

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

- 1) Identificar todas las preguntas realizadas por el docente en cada sesión. También fueron consideradas como preguntas las frases interrogativas.
- 2) Clasificar cada pregunta como matemática u otra, teniendo en consideración el contexto y el contenido de cada una.
- 3) Clasificar cada pregunta matemática como principal, parafraseo o confirmación inmediata de acuerdo con el contexto en que se inserta cada pregunta con respecto a otras preguntas y afirmaciones hechas por el profesor.
- 4) Categorizar cada pregunta matemática principal considerando su profundidad cognitiva, como rutinaria o auténtica.

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

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

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

Cabe destacar que estos análisis fueron realizados utilizando la transcripción en conjunto con el registro filmado de cada clase, para atender a aquellos aspectos que no son capturados por la transcripción. El procedimiento de categorización se presenta esquemáticamente en la Figuras 1 y 2. Para realizar el proceso se utilizó el sistema de codificación que se muestra en las Tablas 3 y 4, donde se presenta el listado de codificaciones, su descripción y algunos ejemplos.

La categorización de acuerdo con el nivel cognitivo es diferente a la de las oportunidades de participación. La primera, por su naturaleza puede depender del juicio de quien codifica y por lo tanto su confiabilidad debe ser revisada, lo cual se detalla en la sección siguiente. Las entrevistas, si bien no son analizadas para este estudio, fueron usadas como material complementario a la hora de explicar y discutir los resultados del análisis.

Figura 1. Árbol de casos con la categorización usada para destilar las preguntas matemáticas y determinar su profundidad cognitiva.

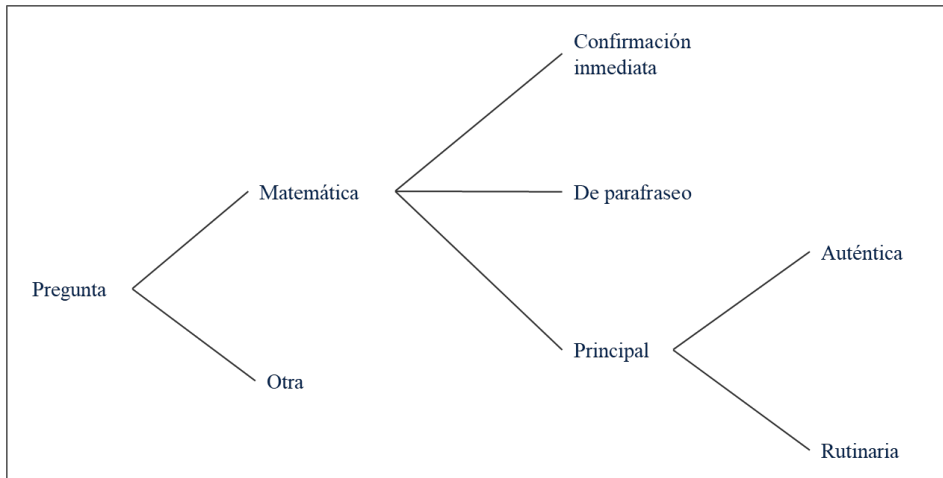


Figura 2. Árbol de casos con la categorización usada para determinar la generación de oportunidades de participación.

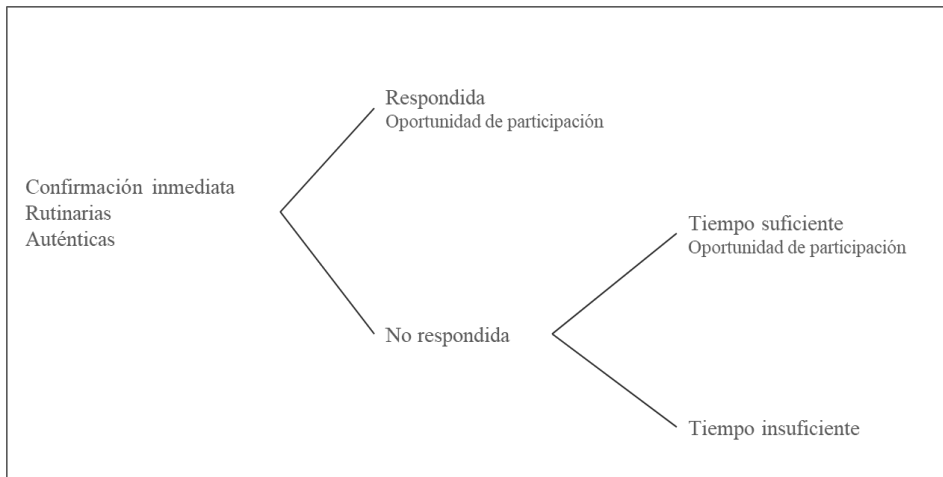


Tabla 3. Descripción y ejemplos de la codificación usada para el análisis del tipo de pregunta

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

Nota: en negrita se presentan algunas preguntas de ejemplo, utilizadas por estos profesores.

Tabla 4. Descripción de la codificación usada para analizar las oportunidades de participación

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

3.5. ANÁLISIS DE LA CONFIABILIDAD DE LAS CODIFICACIONES

Para verificar la confiabilidad de la metodología de clasificación cualitativa, se utilizó el coeficiente Kappa (κ) de Cohen, el cual busca entregar una medida del acuerdo de los jueces sobre un método de categorización. El análisis de confiabilidad fue llevado a cabo por 3 integrantes del equipo para la clasificación por tipo de pregunta (5 categorías), como se detalla a continuación:

- 1) El primer autor presentó las diferentes categorías y se realizó una codificación de una transcripción breve (N = 54 preguntas) y luego se discutieron los resultados.
- 2) Los autores más un tercer investigador codificaron una clase completa (N = 242 preguntas). En esta codificación se obtuvo un $\kappa = 0,694$, lo cual representa un buen acuerdo. Se realizó una discusión sobre los resultados, en la cual se decidió redefinir completamente una categoría para mejorar la información recopilada por el instrumento.
- 3) Los autores más un tercer investigador codificaron una clase completa diferente a las anteriores (N = 394 preguntas). Se obtuvo un $\kappa = 0,645$, lo cual representa un buen acuerdo. Un análisis de intervalos de confianza no sugiere que la diferencia entre ambas iteraciones sea estadísticamente significativa al 95%. Se realizó una discusión para afinar levemente algunas categorías.
- 4) Finalmente, el primer autor realizó la codificación de las 10 clases restantes, basándose en el registro audiovisual, la transcripción de la clase y los datos recopilados mediante los protocolos de observación, obteniéndose los resultados presentados en la sección siguiente.

4. RESULTADOS

4.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS CLASES OBSERVADAS

Una característica que se repitió en las clases observadas fue una diferencia considerable entre la duración formal de la clase y la duración observada, como se muestra en la Tabla 5. Uno de los principales factores para explicar este fenómeno es la hora de llegada de la mayoría de los estudiantes. De todas formas, se observó que este tiempo no es necesariamente “malgastado” por estudiantes y docentes, quienes lo usan para resolver consultas sobre la materia o sobre la administración del curso.

Tabla 5. Comparación entre la duración formal de las clases observadas

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

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

En términos de las metodologías utilizadas por los profesores, se observó en todas las sesiones una exposición con preguntas, intervenida por lapsos de trabajo individual o grupal, durante los cuales era común que los profesores se acercaran a los estudiantes para atender dudas. Aun así, se observó que la resolución de los ejercicios propuestos en clases era casi en la totalidad de los casos expuesta por los docentes en el pizarrón después del trabajo personal. Considerando las tecnologías empleadas, tanto Abel como Estefanía utilizaron frecuentemente diapositivas para presentar el contenido y los problemas a resolver, mientras que solo Abel utilizó software para realizar una representación gráfica. La representación de los problemas utilizados fue mayoritariamente simbólica o mediante palabras y frases. Ocasionalmente se utilizaban tablas para representar algunos problemas, mientras que las representaciones gráficas fueron muy escasas. Además, no se observó una predominancia de problemas contextualizados a la carrera de estudio de cada curso. Finalmente, se presenció un clima de clase generalmente distendido y motivado, en el cual era común que hubiera episodios de risas al menos una vez por sesión.

4.2. USO DE PREGUNTAS

En total, fueron codificados 16 horas y 13 minutos de clase, de los cuales se obtuvo una muestra de 3.729 preguntas. Esto representa en promedio una proporción de 3,8 preguntas por cada minuto de clase, es decir, casi una pregunta cada 15 segundos. En la Tabla 6, se presenta la cantidad de preguntas y el tiempo analizado por docente, donde se observan importantes diferencias en la proporción de preguntas por minuto.

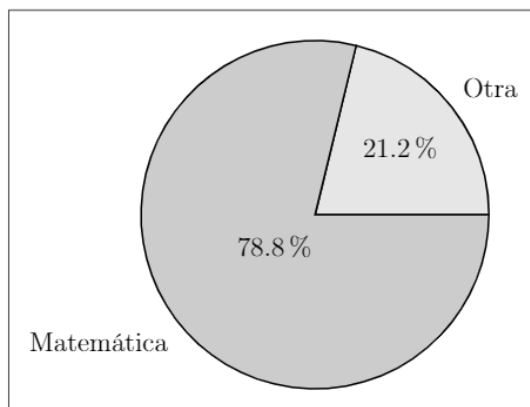
Tabla 6. Cantidad de preguntas analizadas por docente y proporción de preguntas por minuto

Docente	Preguntas	Tiempo analizado [minutos]	Proporción [preguntas/minuto]
Abel	1.645	345	4,8
Esteban	859	320	2,7
Estefanía	1.225	308	4,0

4.3. TIPO DE PREGUNTA SEGÚN LA PROFUNDIDAD COGNITIVA

Como una primera visualización de los resultados, en la Figura 3 se presenta la composición porcentual del total de preguntas según su relación con el contenido matemático y se observa que las preguntas matemáticas representan casi un 80% del total. En las Tablas 7, 8 y 9 se presentan los resultados detallados por sesión y por docente, tanto en cantidad como en distribución porcentual. En primer lugar, es posible observar que, entre los docentes, hay una diferencia en el uso de preguntas matemáticas y no matemáticas, la cual probó ser estadísticamente significativa ($\chi^2(3.279, 2) = 15,4; p < 0,01$). De esta forma, dentro de la muestra obtenida hay docentes que intrínsecamente hacen más preguntas directamente relacionadas con el contenido matemático en proporción a las que no.

Figura 3. Proporción de preguntas matemáticas y no matemáticas del total de preguntas.



Al poner foco en la composición de las preguntas matemáticas, aparecen diferencias que muestran las diversas estrategias que tienen los docentes a la hora de usar las preguntas para articular el contenido matemático de la clase. Estas diferencias también mostraron ser estadísticamente significativas ($\chi^2(3.279, 8) = 578,1; p < 0,001$), lo cual indica (sin mucha sorpresa), que diferentes docentes tienen diferentes formas de utilizar las preguntas relacionadas con el contenido matemático de sus clases. Una comparación de la composición porcentual de las preguntas matemáticas se presenta en la Figura 4. Por ejemplo, se aprecia

una notable diferencia en el uso que Abel hace de las preguntas de confirmación inmediata, las cuales conforman un 63% del total de sus preguntas, a diferencia de los demás docentes, para los cuales estas no superan un 25%. Las preguntas de parafraseo se observaron con poca frecuencia en todos los docentes de la muestra, sin mayor diferencia entre estos.

Con respecto al nivel de profundidad cognitiva de las preguntas (auténticas o rutinarias), también aparecen diferencias significativas entre los profesores ($\chi^2(1.634, 2) = 95,9$; $p < 0,001$). Por ejemplo, en las sesiones de Abel se observó aproximadamente una pregunta auténtica por cada tres preguntas rutinarias, mientras que en las sesiones de Esteban, fue una por cada 19 y para Estefanía, una por cada 12. El promedio general fue una pregunta auténtica por aproximadamente 8 preguntas rutinarias.

Tabla 7. Detalle del uso de preguntas de Abel

	Sesión 1	Sesión 2	Sesión 3	Sesión 4	Total
Proporción de preguntas matemáticas					
Otra	86 (22,6%)	65 (19,0%)	131 (23,6%)	41 (11,1 %)	323 (19,6 %)
Matemática	295 (77,4%)	277 (81,0%)	423 (76,4%)	327 (88,9 %)	1.322 (80,4 %)
Composición de preguntas matemáticas					
Confirmación inmediata	163 (55,3%)	206 (74,4%)	253 (59,8%)	211 (64,5%)	833 (63,0%)
Parafraseo	11 (3,7%)	4 (1,4%)	10 (2,4%)	8 (2,4%)	33 (2,5%)
Rutinaria	109 (36,9%)	46 (16,6%)	125 (29,6%)	70 (21,4%)	350 (26,5%)
Auténtica	12 (4,1%)	21 (7,6%)	35 (8,3%)	38 (11,6%)	106 (8%)

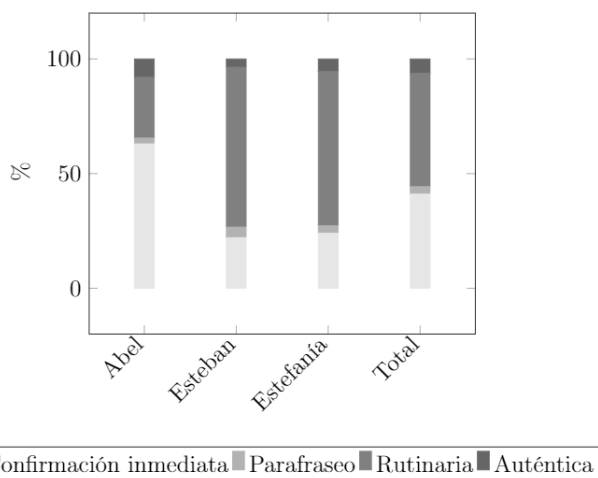
Tabla 8. Detalle del uso de preguntas de Esteban

	Sesión 1	Sesión 2	Sesión 3	Sesión 4	Total
Proporción de preguntas matemáticas					
Otra	49 (19,8%)	23 (13,5%)	57 (23,6 %)	34 (17,2 %)	163 (19,0 %)
Matemática	199 (80,2%)	148 (86,5%)	185 (76,4 %)	164 (82,8 %)	696 (81,0 %)
Composición de preguntas matemáticas					
Confirmación inmediata	58 (29,1%)	22 (14,9%)	36 (19,5%)	38 (23,2%)	154 (22,1%)
Parafraseo	14 (7,0%)	4 (2,7%)	6 (3,2%)	8 (4,9%)	32 (4,6%)
Rutinaria	121 (60,8%)	110 (74,3%)	141 (76,2%)	113 (68,9%)	485 (69,7%)
Auténtica	6 (3,0%)	12 (8,1%)	2 (1,1%)	5 (3,0%)	25 (3,6%)

Tabla 9. Detalle del uso de preguntas de Estefanía

	Sesión 1	Sesión 2	Sesión 3	Sesión 4	Total
Proporción de preguntas matemáticas					
Otra	81 (21,1%)	78 (24,1%)	101 (38,0%)	46 (18,3%)	306 (25,0%)
Matemática	303 (78,9%)	245 (75,9%)	165 (62,0%)	206 (81,7%)	919 (75,0%)
Composición de preguntas matemáticas					
Confirmación inmediata	62 (20,5 %)	57 (23,3%)	62 (37,6%)	40 (19,4%)	221 (24,0%)
Parafraseo	16 (5,3%)	4 (1,6%)	3 (1,8%)	7 (3,4%)	30 (3,3%)
Rutinaria	212 (70,0%)	160 (65,3%)	92 (55,8%)	153 (74,3%)	617 (67,1%)
Auténtica	13 (4,3%)	24 (9,8%)	8 (4,8%)	6 (2,9%)	51 (5,5%)

Figura 4. Composición porcentual de las preguntas matemáticas hechas por cada docente.



4.4. OPORTUNIDADES DE PARTICIPACIÓN

En general, los estudiantes de la muestra fueron expuestos a 1,52 oportunidades de participación por cada minuto de clase, siendo primordialmente las preguntas rutinarias las que utilizan los profesores para generar este tipo de interacción. En promedio, un 52,3% de las preguntas generan oportunidades de participación al agrupar estos 3 tipos de preguntas, mientras que un 76,7% lo hace si solo se consideran las preguntas rutinarias y auténticas. Además, se observa que la incidencia de preguntas sin respuesta, pero con tiempo suficiente, es bastante menor. El detalle de los resultados obtenidos en este análisis

se presenta en la Tabla 10, donde se presenta para las preguntas de confirmación inmediata, rutinarias y auténticas, la cantidad y la composición porcentual de las oportunidades de participación. Además, se muestra la cantidad de instancias que fueron respondidas, o que tuvieron tiempo suficiente o insuficiente para ser respondidas en caso de no obtener respuesta de los estudiantes.

Tabla 10. Oportunidades de participación por tipo de pregunta y docente

	Abel	Esteban	Estefanía	Total
Confirmación inmediata	833	154	221	1208
Oportunidad de participación	69 (8,3%)	87 (56,5%)	76 (34,4%)	232 (19,2%)
Respondida	62	81	67	210
Tiempo suficiente	7	6	9	22
Tiempo insuficiente	764	67	145	976
Rutinaria	350	485	617	1452
Oportunidad de participación	246 (70,3%)	429 (88,5%)	472 (76,5%)	1.147 (79,0%)
Respondida	231	424	459	1114
Tiempo suficiente	15	5	13	33
Tiempo insuficiente	105	56	145	305
Auténtica	106	25	51	182
Oportunidad de participación	65 (61,3 %)	12 (48,0 %)	29 (56,9 %)	106 (58,2 %)
Respondida	57	8	23	88
Tiempo suficiente	8	4	6	18
Tiempo insuficiente	41	13	22	76

Sobre las preguntas de confirmación inmediata, se observa que, en promedio, aproximadamente una de cada cinco genera una oportunidad de participación. No obstante, se observan diferencias significativas en la proporción de oportunidades de participación ($\chi^2(1.208, 2) = 234,9; p < 0,001$). En particular, se aprecia que Esteban, el docente con menor uso de estas preguntas, es quién mayor cantidad de oportunidades de participación genera mediante su uso (56,5%), mientras que Abel, para quien se procesaron cinco veces más preguntas de confirmación inmediata que Esteban, genera un nivel bastante menor de oportunidades de participación (8,3%).

Para las preguntas rutinarias, el promedio general indica que, de cada cinco preguntas de este tipo, aproximadamente 4 generan una oportunidad de participación en clase. La

generación de oportunidades de participación mediante preguntas rutinarias muestra una variación menor que las preguntas de confirmación inmediata, pero aun así significativa entre profesores ($\chi^2(1.452, 2) = 44,5; p < 0,001$). Salta a la vista que la proporción de oportunidades de participación mantiene el mismo orden que las preguntas de confirmación inmediata, siendo Esteban quien genera más oportunidades con este tipo de preguntas, pues 88,5% de sus preguntas rutinarias se transforman en una oportunidad de participación para los estudiantes, mientras que para Abel solo un 70,3% de estas preguntas lo hace.

En tercer lugar, las oportunidades de participación componen un 58,2% del total de preguntas auténticas, aunque no aparecen diferencias estadísticamente significativas ($\chi^2(182, 2) = 1,5$; no significativo). Esta observación sugiere que, a pesar de que hay profesores que sí hacen un uso mayor de este tipo de preguntas, es un factor común entre los tres docentes de la muestra la proporción de oportunidades de participación que generan mediante estas.

Finalmente, al agrupar las preguntas de todos los docentes en rutinarias y auténticas, se observa que su asociación con respecto a las oportunidades de participación es estadísticamente significativa ($\chi^2(1.634, 1) = 38,9; p < 0,001$). Esto revela que las preguntas rutinarias tienen mayor probabilidad (79%) de constituir una oportunidad de participación que las preguntas auténticas (58,2%).

5. DISCUSIÓN

Las clases observadas en este estudio presentaron características similares a pesar de las diferencias entre los docentes participantes. El uso de preguntas observado está alineado con los resultados de otros trabajos. En particular, los profesores observados utilizan una cantidad de preguntas rutinarias muy superior a la cantidad de preguntas auténticas (8 preguntas rutinarias por cada pregunta auténtica en promedio), lo cual es comparable a la evidencia presentada en los trabajos de Mesa *et al.* (2014), Mesa y Lande (2014) y Paoletti *et al.* (2018). Adicionalmente, en Mesa *et al.* (2014) también se encontró que el uso de preguntas auténticas también es más restringido a la hora de generar oportunidades de participación. En resumen, los docentes participantes utilizan principalmente preguntas que generan interacciones de bajo nivel cognitivo, y cuando aparecen preguntas de mayor profundidad es menos probable que constituyan una oportunidad de participación para los estudiantes.

Esta evidencia es relevante para las instituciones de la ESTP pues este tipo de prácticas tiende a reducir las oportunidades de los estudiantes de experimentar el pensamiento creativo y crítico intrínseco del quehacer matemático, lo cual podría terminar afectando sus oportunidades para acceder a profesiones que requieren un pensamiento matemático o lógico de mayor profundidad.

La observación y el trabajo con los docentes permiten conjeturar algunas ideas para explicar los hallazgos de esta investigación. Una de las principales explicaciones podría ser la percepción que los profesores tienen del dominio matemático de los estudiantes, la cual podría hacerlos optar por preguntas de menor nivel cognitivo, que consideren apropiadas para sus estudiantes, quienes suelen asociar la matemática a frustración e inseguridad (Mesa *et al.*, 2014). Esta situación es paradójica, puesto que, con la intención de acercar el contenido a los estudiantes y mejorar su confianza, los docentes podrían terminar

coartando las posibilidades que los estudiantes tienen de desenvolverse en esta disciplina con autonomía y sin la mediación del profesor.

Una explicación de la baja incidencia de preguntas auténticas es que los docentes pudiesen no estar al tanto de los beneficios de las preguntas auténticas, o no saber cómo usarlas en clase (Mesa & Lande, 2014). Asimismo, el conocimiento matemático de los docentes también podría explicar su uso de preguntas, pues este tiene un efecto importante en la calidad de la matemática que se enseña en la sala de clases (Ball, Lubienski & Mewborn, 2001).

Las obligaciones institucionales también podrían influenciar el uso de preguntas de estos docentes. Por ejemplo, es posible que el extenso currículo que debe abarcarse haga que los profesores opten por reducir la profundidad cognitiva en el uso de preguntas, las cuales podrían exigir más tiempo de clases para ser discutidas, retrasando el avance y el cumplimiento del currículo (Droguett & Celis, 2018). Además, se observaron frecuentemente discusiones sobre el contenido enfocadas el tipo de problemas que serían evaluados y en los procedimientos necesarios para resolverlos, lo cual denota la importancia que tiene la aprobación de estos cursos a nivel institucional.

Con respecto a la menor incidencia de oportunidades de participación en preguntas auténticas, se observó que una parte importante de estas eran de una naturaleza retórica, pues no eran utilizadas con un fin interrogativo sino como una forma de apoyar la exposición e ilustrar el razonamiento. De hecho, se observó en varias ocasiones a estudiantes respondiendo una pregunta auténtica para la cual los docentes no esperaban una respuesta, produciendo una superposición de discursos. Este hecho representa una oportunidad, pues implica que para aumentar las oportunidades de participación en preguntas de mayor profundidad cognitiva, basta con introducir una pausa luego de estas preguntas de naturaleza inicialmente retórica, lo cual podría producir mejoras en la participación de los estudiantes en interacciones de mayor profundidad. También fue común encontrar una parte importante de este tipo de preguntas agrupadas en lapsos de tiempo breve. Generalmente, estos episodios correspondían a los momentos en que se introducían nuevos contenidos y en mucho menor medida a lapsos en los que los estudiantes trabajaban o se presentaba la resolución de un problema. Este hallazgo, aunque requiere más formalización, sugiere que los docentes asocian mayoritariamente el pensamiento auténtico a la introducción de un contenido y no así al desarrollo de problemas.

A diferencia de otros trabajos, en esta investigación se profundizó en el uso de las preguntas de confirmación inmediata. Se encontró que este tipo de preguntas genera una menor proporción de oportunidades de participación que otras preguntas más complejas e intencionadas por parte de los docentes, pero que el uso de este recurso cambia sustancialmente entre los diferentes docentes. Este antecedente es de interés en la medida que sienta una base para futura investigación, especialmente para indagar en los resultados de este estudio, los cuales sugieren que profesores con mayor uso de preguntas de confirmación inmediata obtienen una tasa de respuesta y participación bastante menor.

Otro resultado interesante que no ha sido comúnmente estudiado es la proporción de preguntas matemáticas y no matemáticas. Se encontró una frecuencia importante de preguntas que no se relacionan directamente con el contenido matemático, con diferencias entre los docentes. A pesar de no ser el foco esta investigación, se observó que este tipo de preguntas cumple un rol muy importante dentro en el aula. Preliminarmente, es posible reportar que los docentes observados utilizan este tipo de preguntas con dos fines

principales: el primero, es conducir la clase e indagar sobre aspectos que acompañan la exposición (por ejemplo: “¿se entiende lo que estoy diciendo?”), y el segundo es para averiguar sobre aspectos administrativos (por ejemplo: “¿todos tienen la guía, o a alguien le falta?”). Una proposición que merece futura investigación es determinar la relación entre las preguntas no matemáticas y las obligaciones institucionales (Droguett y Celis, 2018). Por ejemplo, si los profesores no cuentan con horas no lectivas para resolver labores administrativas, no sería sorprendente que aumentara la incidencia de interacciones no matemáticas en la clase.

Un hallazgo fascinante de esta investigación es la notable participación de los estudiantes, los cuales respondieron 1,45 preguntas matemáticas por cada minuto de clase, en promedio. A pesar de estar sujeto a consideraciones metodológicas, como la incapacidad de discernir cuántos estudiantes participan por pregunta respondida, o no considerar el contenido de la respuesta, este indicador refleja la frecuencia y complejidad de las interacciones matemáticas que ocurren entre los estudiantes y el profesor durante cada sesión. Este tipo de hallazgos contribuye a romper con el estigma de la ESTP (Mineduc, 2018), comúnmente concebida como una educación de segunda categoría y con poco trabajo real en la sala de clases.

Los resultados de este trabajo abren una ventana de oportunidad para que las instituciones generen cambios positivos en las dinámicas de clase a través de opciones de desarrollo profesional enfocadas en el uso de preguntas. Es crucial que se lleven a cabo programas que permitan a los docentes entender la importancia del uso de preguntas auténticas y de entregar oportunidades de participación para que los estudiantes se involucren con estas preguntas, los cuales deben plantearse desde un contexto disciplinario, es decir, deben hablar desde la matemática (Gall, 1970). Se espera que este tipo de programas muestre, al menos en parte, un conjunto específico de ejemplos de preguntas que pueden ser utilizadas en diferentes instancias de la clase para entregar oportunidades de participación de mayor profundidad cognitiva. Este tipo de sugerencias también pueden ser indicadas en el material de clase que estas instituciones entregan, el cual se ha mencionado como factor común para la propuesta estandarizada que ofrecen (Droguett, 2018).

5.1. LIMITACIONES

Los resultados de esta investigación no son necesariamente extrapolables a todos los profesores de matemática de la ESTP. Esto ocurre principalmente por tres razones: el tamaño reducido de la muestra, la auto selección generada al buscar profesores voluntarios para participar y la ubicación de las instituciones participantes, todas de la Región Metropolitana de Santiago. Ciertas limitaciones técnicas también podrían haber distorsionado los resultados de este trabajo: es posible que no todas las intervenciones de los estudiantes hayan sido capturadas y que el porcentaje de preguntas respondidas haya sido subestimado, disminuyendo así la incidencia de oportunidades de participación. La metodología cualitativa utilizada también presenta desafíos, como por ejemplo determinar la difusa frontera entre lo matemático y lo no matemático. Este trabajo busca hacer un acercamiento a esta complejidad al dejar registro de la incidencia de aquello que fue considerado como no matemático, no obstante, aún es necesario avanzar la investigación en este aspecto.

Dentro de la inmensidad de interacciones en la sala de clases, este trabajo simplificó al máximo el aporte de los estudiantes, reduciéndolo a una distinción binaria entre si

se observaba una respuesta hablada de alguno o no. Si bien esta simplificación tiene su fundamento en el foco y el alcance de esta investigación, este tipo de metodologías podría profundizar el análisis sobre la participación de los estudiantes y los efectos que el uso de preguntas tiene en las dinámicas de la clase. Por ejemplo, el nivel cognitivo de las preguntas y respuestas de los estudiantes o sus percepciones sobre la clase y el contenido son aspectos interesantes para futura investigación, así como determinar en qué medida el uso de preguntas contribuye a generar un aprendizaje activo del contenido.

Finalmente, una de las principales consideraciones de esta metodología es que su costo no es menor, pues requiere registrar y transcribir clases y coordinar el trabajo en conjunto de investigadores para que desarrollen un marco común de entendimiento para la categorización. Por este mismo motivo, es difícil que este tipo de metodologías logre entregar resultados a los docentes en un marco temporal que permita una retroalimentación rápida y que escale a muestras de mayor tamaño. Algunas alternativas para enfrentar este desafío han comenzado a aparecer, por ejemplo, la utilización de tecnologías de reconocimiento de audio y machine learning para realizar la transcripción de diálogos y categorización de las preguntas fue dada a conocer en un reciente trabajo (Kelly, Olney, Donnelly, Nystrand & D'Mello, 2018), mostrando resultados prometedores pero que aún tienen camino por recorrer.

6. CONCLUSIONES

Frente a la escasa investigación sobre la enseñanza de matemática de la ESTP chilena; la cual cobra más urgencia al considerar el tamaño de este sector, este estudio se propuso indagar en el uso de preguntas de un grupo de docentes de estas instituciones, con el objetivo de caracterizar su enseñanza. En específico, se levantó un marco analítico con el propósito de determinar el nivel de profundidad cognitiva de estas preguntas y su capacidad para generar oportunidades de participación para los estudiantes de la clase, siendo estos dos elementos fundamentales para la enseñanza de matemática. Se logró determinar que los docentes hacen una gran cantidad de preguntas relacionadas con el contenido matemático durante la clase, abriendo un amplio espacio para la participación de los estudiantes. A pesar de esto, el nivel cognitivo de estas preguntas es bajo, pues insta al estudiante a recordar o aplicar procedimientos ya conocidos más que a desarrollar un pensamiento matemático creativo o crítico.

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

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia de Calidad de la Educación (2016). Panorama de la educación media técnico profesional en Chile. Recuperado el 26 de junio de 2019 desde http://archivos.agenciaeducacion.cl/Panorama_Ed_TP_en_Chile.pdf
- Aschner, M. J. (1961). Asking questions to trigger thinking. *NEA Journal*, 50(6), 44-46.
- Attewell, P., Lavin, D., Domina, T. & Levey, T. (2006). New evidence on college remediation. *The Journal of Higher Education*, 77(5), 886-924.
- Bahr, P. R. (2010). Revisiting the efficacy of postsecondary remediation: The moderating effects of depth/breadth of deficiency. *The Review of Higher Education*, 33(2), 177-205.
- Ball, D. L., Lubienski, S. T. & Mewborn, D. S. (2001). Research on teaching mathematics: The unsolved problem of teachers' mathematical knowledge. *Handbook of research on teaching*, 4, 433-456.
- Boaler, J. & Brodie, K. (2004, October). The importance, nature, and impact of teacher questions. In *Proceedings of the twenty-sixth annual meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 2, pp. 774-782).
- Carlsen, W. S. (1991). Questioning in classrooms: A sociolinguistic perspective. *Review of educational research*, 61(2), 157-178.
- Celis, S., Quiroz, C. & Toro-Vidal, V. (2019). Do Not Interrupt Students' Work: How Teacher Interactions Influence Team's Problem-Solving Capabilities. In P. Felmer, P. Liljedahl, & B. Koichu (Eds.), *Problem Solving in Mathematics Instruction and Teacher Professional Development* (pp. 261-278). Springer International Publishing.
- Cohen, D. K., Raudenbush, S. W. & Ball, D. L. (2003). Resources, instruction, and research. *Educational evaluation and policy analysis*, 25(2), 119-142.
- Cruce, T. M., Wolniak, G. C., Seifert, T. A. & Pascarella, E. T. (2006). Impacts of good practices on cognitive development, learning orientations, and graduate degree plans during the first year of college. *Journal of College Student Development*, 47(4), 365-383.
- Droguett, F. (2018). *Influencia del contexto institucional en el trabajo de las y los profesores de matemáticas en la educación superior técnico-profesional en Chile*. (Tesis no publicada). Recuperado el 26 de junio de 2019 desde <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/152355>
- 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*, 44(3), 235-252.
- Farías, M. & Sevilla, M. P. (2015). Effectiveness of vocational high schools in students' access to and persistence in postsecondary vocational education. *Research in higher education*, 56(7), 693-718.
- Gall, M. D. (1970). The use of questions in teaching. *Review of educational research*, 40(5), 707-721.
- Gobierno de Chile (2018). Proyecto de ley: la Gratuidad se extenderá al 70 % más vulnerable de los estudiantes de educación técnico-profesional. Recuperado el 26 de junio de 2019 desde <https://www.gob.cl/noticias/presidente-pinera-firmo-proyecto-que-aumenta-la-gratuidad-para-alumnos-de-institutos-profesionales-y-centros-de-formacion-tecnica/>
- Kelly, S., Olney, A. M., Donnelly, P., Nystrand, M. & D'Mello, S. K. (2018). Automatically Measuring Question Authenticity in Real-World Classrooms. *Educational Researcher*, 47(7), 451-464.
- 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* (pp. 97-124). Springer, Boston, MA.
- Larson, L. R. & Lovelace, M. D. (2013). Evaluating the efficacy of questioning strategies in lecture-based classroom environments: Are we asking the right questions? *Journal on Excellence in College Teaching*, 24(1).

- Laursen, S. L., Hassi, M. L., Kogan, M. & Weston, T. J. (2014). Benefits for women and men of inquiry-based learning in college mathematics: A multi-institution study. *Journal for Research in Mathematics Education*, 45(4), 406-418.
- Martino, A. M. & Maher, C. A. (1999). Teacher questioning to promote justification and generalization in mathematics: What research practice has taught us. *The Journal of Mathematical Behavior*, 18(1), 53-78.
- Mesa, V. (2010). Student Participation in Mathematics Lessons Taught by Seven Successful Community College Instructors. *Adults learning mathematics*, 5(1), 64-88.
- Mesa, V. and AI@CC Research Group (2017). Algebra teaching: Some thoughts for classroom observation. Paper presented at the Problem Solving in Patagonia, Punta Arenas, Chile.
- Mesa, V., Celis, S. & Lande, E. (2014). Teaching approaches of community college mathematics faculty: Do they relate to classroom practices? *American Educational Research Journal*, 51(1), 117-151.
- Mesa, V. & Lande, E. (2014). Methodological considerations in the analysis of classroom interaction in community college trigonometry. In *Transforming Mathematics Instruction* (pp. 475-500). Springer, Cham.
- Ministerio de Desarrollo Social (2016). Casen 2015, Educación: Síntesis de Resultados. Recuperado el 26 de junio de 2019 desde http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/casen-multidimensional/casen/docs/CASEN_2015_Resultados_educacion.pdf
- Ministerio de Educación. (2016). Se promulga la ley que crea 15 Centros de Formación Técnicas estatales. Recuperado el 26 de junio de 2019 desde <https://www.mineduc.cl/2016/03/21/se-promulga-la-ley-que-crea-15-centros-de-formacion-tecnicas-estatales/>
- _____. (2018). Estrategia de formación Técnico-Profesional. Recuperado el 26 de junio de 2019 desde <http://www.tecnico-profesional.mineduc.cl/wp-content/uploads/2018/03/Estrategia-Nacional-de-Formacion-Tecnico-Profesional.pdf>
- Nystrand, M., Wu, L. L., Gamoran, A., Zeiser, S. & Long, D. A. (2003). Questions in time: Investigating the structure and dynamics of unfolding classroom discourse. *Discourse processes*, 35(2), 135-198.
- Paoletti, T., Krupnik, V., Papadopoulos, D., Olsen, J., Fukawa-Connelly, T. & Weber, K. (2018). Teacher questioning and invitations to participate in advanced mathematics lectures. *Educational Studies in Mathematics*, 98(1), 1-17.
- Paredes, R. (2018). Desafíos en educación superior técnico-profesional. En I. Sanchez, (Ed.), *Ideas en educación II: Definiciones en tiempos de cambio* (pp. 415 - 443). Ediciones UC, Santiago.
- Rockoff, J. E. (2004). The impact of individual teachers on student achievement: Evidence from panel data. *American economic review*, 94(2), 247-252.
- Servicio de Información de Educación Superior (2018a). Informe Matrícula 2018 en Educación Superior en Chile. Technical report, Ministerio de Educación.
- _____. (2018b). Informe retención de primer año de pregrado: Cohortes 2012 2016.
- Sevilla, M. P. (2012). Educación Técnica Profesional en Chile: Antecedentes y Claves de Diagnóstico. Centro de Estudios Ministerio de Educación. Recuperado el 26 de junio de 2019 desde <http://ww2.educarchile.cl/UserFiles/P0029/File/DiagnosticoEducacionTPCentrodeEstudiosMINEDUC.pdf>
- Sfard, A. (2001). There is more to discourse than meets the ears: Looking at thinking as communicating to learn more about mathematical learning. *Educational studies in mathematics*, 46(1-3), 13-57.
- Stein, M. K., Remillard, J. & Smith, M. S. (2007). How curriculum influences student learning. *Second handbook of research on mathematics teaching and learning*, 1(1), 319-370.
- Tobin, K. (1986). Effects of teacher wait time on discourse characteristics in mathematics and language arts classes. *American Educational Research Journal*, 23(2), 191-200.
- Yackel, E. & Cobb, P. (1996). Sociomathematical norms, argumentation, and autonomy in mathematics. *Journal for research in mathematics education*, 27(4), 458-477.

