



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

**EXPLORANDO EL IMPACTO DE LA METODOLOGÍA DE RESOLUCIÓN
DE PROBLEMAS EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS**

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
MAGÍSTER EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA, MENCIÓN MATEMÁTICAS
APLICADAS
MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL MATEMÁTICO

DIEGO ERNESTO MARCHANT DÍAZ

PROFESOR GUÍA:
PATRICIO FELMER AICHELE

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
SERGIO CELIS GUZMÁN
PABLO DARTNELL ROY
VALENTINA GIACONI SMOJE

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por CMM ANID PIA AFB170001

SANTIAGO DE CHILE
2021

RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
MAGÍSTER EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA, MENCIÓN MATEMÁTICAS APLICADAS
POR: **DIEGO ERNESTO MARCHANT DÍAZ**

FECHA: 2021

PROF. GUÍA: **PATRICIO FELMER AICHELE**

EXPLORANDO EL IMPACTO DE LA METODOLOGÍA DE RESOLUCIÓN DE
PROBLEMAS EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS

La resolución de problemas (RP) es una de las cuatro habilidades matemáticas explícitamente declaradas en el currículum educacional escolar chileno. Esta habilidad viene acompañada de argumentar y comunicar, representar y modelar. A nivel universitario, en la enseñanza de la matemática en ingeniería y ciencias se hace aún más patente la importancia de estas habilidades, en particular resolver problemas, que es parte del quehacer cotidiano del profesional y es un pilar fundamental el desarrollo de técnicas para afrontar problemas y modelar. A día de hoy, para muchos estudiantes el aprendizaje se vuelve una actividad tediosa y compleja, siendo RP una alternativa en que se presentan problemas que permitan motivar y activar el desarrollo de ideas y herramientas tal cual se ha hecho a lo largo de los años.

Para esta investigación se decidió estudiar cómo funciona esta metodología para los cursos 2019, con el fin de explorar cómo se desarrolla una actividad de Resolución de Problemas y el impacto que produce en estudiantes de esta Escuela, esperando generar una visión más ajustada a la realidad que permita guiar mejor las aplicaciones e investigaciones posteriores al respecto.

En la primera parte de esta investigación se estudió los cambios en la autorrealización personal en ámbitos académicos y sociales de estudiantes que participaban de un curso RP. Se utilizó una metodología cuantitativa haciendo uso de tests estadísticos para comparar cambios en un cuestionario psicométrico aplicado en dos instancias, a inicios y fines del semestre. Los resultados arrojaron que, a lo largo del semestre, dimensiones como Autorrealización Académica presentaban una disminución significativa a lo largo del semestre. Esto fue transversal a todos los cursos estudiados. Además, otro de los resultados destacables fue que no se presentaron cambios significativos en los grupos control estudiados, donde se puede especular que esto se deba a que los estudiantes en cursos RP son más conscientes de su desempeño en la asignatura, debido a la dinámica de estas clases.

En la segunda parte de esta investigación se estudió cómo se desarrolla la clase de RP desde la mirada de los estudiantes. Para esta parte se decidió utilizar una metodología cualitativa tomando una entrevista a siete estudiantes de primer año de Plan Común, a fines de su segundo semestre. En palabras de los estudiantes “sería complicado enfrentarse a un problema de manera individual, se necesitaría ayuda para poder avanzar”. Sin embargo, los estudiantes valoran el trabajo grupal pues les permite compartir y generar discusión alrededor de sus ideas, además de poder analizar sus propias debilidades acerca de los contenidos que estaban desarrollando.

Los resultados de esta tesis comprenden un primer acercamiento al estudio de esta metodología en estudiantes de la Escuela de Ingeniería y Ciencias, como una alternativa a la metodología tradicional de clases expositivas.

Papi, tu yiyito lo logró.

Agradecimientos

Esperaba que esta parte fuese más mística, más emotiva. Sin embargo el tiempo y las vicisitudes me llevan a escribir estas líneas, con una emoción un tanto extraña.

Muchos han sido los recuerdos a través de los años universitarios, pero con quienes más compartí fue con la querida 435, la oficina en la cual jugábamos UNO o conversábamos de algún problema o de cuál era el programa popular que se veía en ese entonces. De risas y llantos, de juegos y matracas, todos los que pasaron por esa oficina, sean profes, funcionarios, compañeros -incluso de otras carreras- todos fueron parte importante de este proceso. Aquí es donde debería mencionar algunos, pero la lista se hace larga, Vicente, Pablo, Panchito, Guille, Pereda, Juan, don Rodrigo, Tabi, Cami, el R8M8, Rai, Obed y Kevin, Ian, Nico y Juan Pedro, por nombrar algunos y muy especialmente a Matus, Bidim, Monse y Suil por aguantarme y darme ánimos en los momentos difíciles, espero devolverles la mano algún día.

Otros tantos que he conocido gracias a entrar a la U, que un granito o un saco han contribuido a mi desarrollo y tienen un espacio acá, Nati, Flo, Tomimi y k3mus. A todos les conocí en el momento preciso y me ayudaron sacándome una risa, dándome un consejo o simplemente contando alguna historia.

Del DIM tengo que mencionar a aquellos que siempre estuvieron apañando y guiando nuestro paso por el departamento, Eterin, Karen, Silvia, Kuki, Juan, don Óscar, don Luis, Christian y obvio, Natacha.

Por supuesto debo agradecer a Pato que confió en mi proceso universitario, desde que fui su alumno allá por primer año hasta ahora terminando la carrera. No podría haber estado más agradecido de tenerlo de profesor guía y siempre tuvo la disposición para escuchar mis dudas, comentarios, inquietudes, de la vida universitaria como de la personal.

Si bien nuestra relación no ha sido de lo mejor en estos años, por mucho que discutamos nada sería como es si no fuese por mi familia, que en los momentos más duros hemos estado unidos y logrando salir adelante.

Y por último, a quien ya no está, pero quien más confió y me dio ánimos y esperanzas para llegar a este punto, Papi, desde el fondo de mi corazón gracias.

Tabla de Contenido

Introducción	1
1. Cambios en la autorrealización	5
1.1. Metodología	5
1.1.1. Diseño del estudio	5
1.1.2. Diseño del cuestionario	5
1.1.3. Muestra y toma de datos	7
1.2. Proceso de validación del instrumento	8
1.2.1. Análisis Confirmatorio	8
1.2.2. Validación estadística de los cuestionarios	9
1.3. Proceso de análisis de datos	11
1.3.1. Muestras pareadas	11
1.3.2. Resultados del análisis	12
1.4. Discusión	14
2. La clase RP en la visión de los estudiantes	17
2.1. Metodología	17
2.1.1. Diseño del estudio	17
2.1.2. Participantes	18
2.1.3. Proceso de análisis de datos	20
2.2. Resultados	22
2.2.1. Matemática en General	23
2.2.2. Resolviendo un problema en general	26
2.2.3. Conociendo el problema	29
2.2.4. Conociendo el grupo	32
2.2.5. Después de la clase	34
2.2.6. Comentarios	37
2.3. Discusión	41
3. Conclusión	43
3.1. Conclusiones Generales	43
3.2. Trabajo a futuro	44
Bibliografía	45
Anexos	47

Introducción

La resolución de problemas, de acá en adelante, RP, es una de las cuatro habilidades matemáticas explícitamente declaradas en el currículum educacional escolar chileno (Mineduc, 2012). Esta habilidad viene acompañada de argumentar y comunicar, representar y modelar. A nivel universitario, en la enseñanza de la matemática en ingeniería y ciencias se hace aún más patente la importancia de estas habilidades, en particular resolver problemas, que es parte del quehacer cotidiano del profesional y es un pilar fundamental el desarrollo de técnicas para afrontar problemas y modelar.

Antecedentes: RP como metodología de Aprendizaje Activo

Resolver problemas es una habilidad innata, casi automática para la humanidad, esto pues la vida se trata de resolver problemas que se presentan en el quehacer diario, desde encontrar maneras de cazar y cocinar por nuestros primeros ancestros hasta el desarrollo de alternativa sanitarias de utilidad en el contexto de una pandemia. El afán por encontrar una solución a estos problemas ha sido el motor que ha permitido el desarrollo de herramientas y campos de estudio. A día de hoy, para muchos estudiantes el aprendizaje se vuelve una actividad tediosa y compleja, siendo RP una alternativa en que se presentan problemas que permitan motivar y activar el desarrollo de ideas y herramientas tal cual se ha hecho a lo largo de los años.

¿Qué es un problema?

Un problema es una actividad matemática en que quien la enfrenta no tiene o no conoce un método que le lleve a la solución, en el caso contrario se le llama un ejercicio. Así, el término problema no es inherente a una actividad matemática sino a la interacción entre la actividad propiamente tal y la persona quien la intenta resolver. Por esta misma razón, un problema no necesita de un contexto en que se enuncie, este puede ser de índole puramente matemático como un ejercicio podría ser asociado a una aplicación. [Felmer et al., 2019]

¿Qué es RP?

La Metodología de Resolución de Problemas (RP) surge como una metodología colaborativa entre estudiantes, que busca entregar las herramientas necesarias para desarrollar el

proceso cognitivo de resolver problemas. Esta instancia busca que los estudiantes desarrollen ideas y técnicas en conjunto para resolver (o desarrollar) la actividad o problema que se les presenta.

En el currículum nacional, *Resolver Problemas* es una de las cuatro habilidades nombradas en las Bases curriculares de matemática junto a *Argumentar y comunicar*, *Representar y Modelar*. Todas estas habilidades están íntimamente ligadas y la resolución de problemas actúa como un catalizador para el desarrollo de las otras habilidades, pues permite que el estudiante se enfrente a situaciones en que desconoce el proceso para llegar a una solución, lo que le lleva a modelar una situación, representando esta a través de gráficos, figuras u objetos. A su vez, este proceso cognitivo es hilado a través de argumentos que pueden ser comunicados a sus pares.

Los cuatro pasos para resolver un problema

En el marco de una actividad educativa, donde el docente presenta un problema para sus estudiantes, [Polya, 2004] presenta cuatro fases o etapas en el proceso cognitivo de resolver un problema. A continuación se describen estas:

1. **Entender el problema:** El estudiante no sólo debe entender el problema, sino también anhelar su resolución. Para esto el estudiante debe recibir un problema que le cause interés, en que la redacción juega un rol clave que permita generar discusión.
2. **Formular un plan:** El camino para llegar a formular un plan puede ser tortuoso. Este plan puede llegar después de varios intentos fallidos y un periodo dubitativo; puede llegar en un instante como una brillante idea, pero finalmente la idea de formular un plan lleva al planteamiento de una serie de pasos que permitan vislumbrar la solución al problema.
3. **Llevar a cabo el plan:** Formular el plan requiere de conocimientos previos, concentración en el objetivo y buena suerte. Por otro lado, llevar a cabo tal plan es una tarea mucho más sencilla, significa ejecutar todos esos pasos previamente descritos, esto requiere de un autoconvencimiento en el flujo de ideas y los detalles presentados para justificar aquellos pasos.
4. **Volver atrás:** El proceso no termina al justificar los pasos del plan, se requiere verificar, darle una vuelta a la escritura, observar detenidamente las justificaciones descritas. Esto permite consolidar tanto los conocimientos atinentes al contexto del problema como el proceso cognitivo para lograr llegar a formular una solución.

Como menciona [Kilpatrick, 1987], muchos autores e investigadores han criticado los pasos de Polya por considerarlos una estructura rígida en la forma de razonamiento para encontrar o descubrir la solución a un problema. Esto ha llevado a críticas al libro de Polya sobre la Resolución de Problemas por no presentar un conjunto definitivo de estrategias para Resolver Problemas. Sin embargo, Polya nunca los manifestó como pasos o etapas sucesivas, sino como etapas que pueden repetirse: Volver a formular un plan, ejecutar, volver a leer el problema, darle una nueva interpretación, etc.

Polya en su libro expone la llamada *Heurística Moderna* tomando en cuenta los trabajos en el panorama lógico y psicológico presentados por Pappus, Descartes y Bolzano. Esta se basa en aprovechar los recursos de la heurística propiamente como herramientas en la construcción de un desarrollo de problemas, sin embargo expande este concepto más allá de las heurísticas matemáticas como la inducción matemática o la contradicción lógica a ideas propiamente tal del hilo cognitivo elucubrado por el alumno en una instancia de Resolución de Problemas, como la búsqueda de problemas similares, el uso de definiciones o analogías para lograr comprender el problema o el uso de estas mismas heurísticas como una base que permita explorar otros puntos de vista para el problema.

Implementación de RP en la Escuela de Ingeniería y Ciencias

A mediados de 2013 nace la idea de crear una iniciativa que permita insertar el desarrollo de la resolución de problemas en las salas de clase chilenas. Esta iniciativa se convirtió en ARPA (Activando la Resolución de Problemas en las Aulas) a partir de los trabajos de Patricio Felmer y Cristián Reyes con el fin de entregar herramientas a docentes para la aplicación de actividades de Resolución de Problemas en sus clases. Este modelo de clases fue validado en 2017 a través de un estudio presentado por el equipo de ARPA [Cerdeira et al., 2017].

El éxito de esta metodología llevó a que Felmer y Reyes decidieran llevarla a las salas de clases de primer año de la Escuela de Ingeniería y Ciencias. En el año 2016 se implementó la primera versión de clases con modalidad RP en los cursos de Introducción al Cálculo e Introducción al Álgebra, para estudiantes quienes hayan repetido estos cursos con anterioridad. El sistema de clases consistió en 3 sesiones de hora y media a la semana donde cada uno de los estudiantes, repartidos en grupos aleatorios de tres personas, se dedicaban a intentar resolver un problema junto a su grupo. En cada clase se presentaba un grupo de monitores (usualmente un profesor de cátedra y 2 a 3 estudiantes de cursos superiores en labor de ayudante), quienes hacían la labor de guiar el desarrollo de la actividad colaborativa en cada grupo.

Para la implementación en las salas universitarias, el desarrollo de la sesión se basa en los lineamientos presentados por Polya en que a los estudiantes se les presenta un problema, el cual deben explorar y desarrollar usando los conocimientos previamente aprendidos en sus clases. La experiencia en la Escuela de Ingeniería y Ciencias, al igual que lo descrito por Kilpatrick, muestra que los pasos de Polya son una base mutable durante la sesión, en donde el estudiante intenta comprender el problema, usa técnicas vistas en clase, intenta resolverlo y vuelve para usar otras técnicas con el objetivo de comprender el problema base o una simplificación del mismo, sin realizar los pasos en el orden presentado en el libro. Los desarrollos se manifiestan de manera no lineal en estos pasos, por lo que cada grupo de estudiantes representa un desafío distinto para el monitor.

Hasta 2019, y en la planificación de 2020, esta metodología se sigue aplicando a cursos de primer año de matemáticas de la Escuela de Ingeniería y Ciencias de la Universidad de Chile, con un promedio de 4 a 6 cursos por semestre. En todas estas versiones se distingue la ejecución del curso según los conocimientos ya adquiridos por el estudiante, haciendo la distinción entre primer semestre del resto de los cursos.

Para esta investigación se decidió estudiar cómo funciona esta metodología para los cursos 2019, con el fin de explorar cómo se desarrolla una actividad de Resolución de Problemas y el impacto que produce en estudiantes de esta Escuela, esperando generar una visión más cercana a la realidad que permita guiar mejor las aplicaciones e investigaciones posteriores al respecto. A continuación se presentan los objetivos específicos de esta tesis.

Objetivos

Los objetivos de este estudio son:

1. Identificar cambios en la autorrealización personal, la motivación de crecimiento personal, en los ámbitos sociales y académicos a lo largo del semestre, así como determinar si estos cambios están influenciados por participar en un curso bajo la Metodología RP.
2. Caracterizar las contribuciones e interacciones de estudiantes durante una clase de RP, complementando con las creencias previas y proyecciones a futuro en su desempeño tanto personal como grupal.

Para abordar el primer objetivo se decidió seguir una metodología cuantitativa, mientras que para el segundo objetivo, una metodología cualitativa

Capítulo 1

Cambios en la autorrealización

La primera parte de esta investigación está dedicada al primer objetivo, estudio a lo largo de un semestre de patrones y cambios que se producen en la autorrealización personal del estudiante al participar de un curso con la metodología RP, además de lograr identificar si este cambio ocurre debido a esta metodología de enseñanza. Para esto se decidió seguir una metodología cuantitativa consistente en la aplicación y análisis de un cuestionario sobre personalidad eficaz y visión personal de la matemática.

1.1. Metodología

A continuación se describe la metodología aplicada en esta parte de la investigación. Esta está basada en los lineamientos presentados por Creswell [Creswell, 2002] para la creación, validación y aplicación de cuestionarios, así también su proceso de análisis comparativo.

1.1.1. Diseño del estudio

Para abordar el primer objetivo se decidió usar una metodología cuantitativa en base al uso y análisis de un cuestionario que permita identificar cambios en las creencias acerca de la matemática y la autorrealización de los estudiantes al participar de un curso RP. Para medir estos cambios se decidió tomar este cuestionario dos veces, una al inicio del curso y otra al final, con la idea de hacer un contraste entre las respuestas de cada estudiante. Además de esto se decidió incorporar a la muestra cursos tipo control, es decir, cursos con la metodología usual de clases para contrastar las respuestas de los estudiantes de estos cursos con las respuestas de los estudiantes de cursos RP.

1.1.2. Diseño del cuestionario

Como se mencionó anteriormente, se decidió usar un cuestionario para medir los cambios en creencias en los estudiantes. Las dos grandes dimensiones que se buscan medir son autorrealización y creencias sobre la matemática, por lo mismo, se decidió componer un cuestionario a partir de dos cuestionarios usados en investigaciones previas. El primero corresponde al cuestionario de Personalidad Eficaz desarrollado originalmente para estudian-

tes españoles de educación secundaria por Martín del Buey [Martín del Buey et al., 2004] y adaptado para estudiantes chilenos de la carrera de ingeniería por González, Castro y Martín [González et al., 2011], mientras que el segundo es una sección del Cuestionario al Futuro profesor de TEDS-M [Tatto, 2012] usando la traducción presentada en [Ávalos and Matus, 2010]. Las dimensiones que mide cada uno de los cuestionarios se muestra a continuación:

Cuestionario de Personalidad Eficaz

El Cuestionario de Personalidad Eficaz en contextos educativos, es un cuestionario para estudiantes chilenos de educación media, desarrollado por Martín del Buey y adaptado por González, Castro y Martín para estudiantes chilenos de ingeniería de primer año, aplicado por primera vez en la Universidad de Playa Ancha, Valparaíso. Consta de 25 preguntas en escala Likert a 5 puntos desde “Muy en desacuerdo” hasta “Muy de acuerdo”, las cuales se dividen en 4 dimensiones principales:

- **Autorrealización Académica (ARA):** Compuesto por siete ítems que se relacionan directamente con la motivación por el estudio y el autoconcepto como estudiante. Ejemplo: “Estudio porque me gusta comprobar que soy capaz de hacerlo”.
- **Autorrealización Socioafectiva (ASA):** Compuesto por seis ítems que se relacionan con la capacidad para iniciar y mantener exitosamente relaciones de amistad, autopercepción del valor personal y de expresarse con claridad. Ejemplo: “Creo que tendré éxito en mis relaciones con los demás”.
- **Afrontamiento de Problemas (AP):** Compuesto por seis ítems que se refieren a la manera como la persona toma decisiones y resuelve problemas que se le presentan. Ejemplo: “Cuando tengo que tomar una decisión planifico cuidadosamente lo que voy a hacer”.
- **Autoestima y Autorrealización (AAR):** Compuesto por seis ítems que se refieren a la autoestima, las expectativas de éxito futuro y la atribución de éxito a las propias capacidades. Ejemplo: “En general me siento satisfecho conmigo mismo”.

Cuestionario sobre la Naturaleza de las Matemáticas

El Cuestionario de creencias sobre la Naturaleza de las Matemáticas corresponde a una sección de la Cuestionario al Futuro profesor de IEA TEDS-M, que busca identificar la visión personal de acerca de la asignatura de matemáticas. Consta de 15 preguntas en escala likert a 6 puntos desde “Muy desacuerdo” hasta “Muy de acuerdo” Las dimensiones principales que mide son

- **Matemática como reglas y procedimientos (MRP):** Compuesto por 5 ítems que consideran la matemática como un conjunto de reglas y axiomas que respetar a la hora de resolver un problema. Ejemplo: “Las Matemáticas suponen el recuerdo y la aplicación de definiciones, fórmulas, hechos y procedimientos matemáticos”.
- **Matemática como proceso de investigación (MPI):** Compuesto por 5 ítems que

consideran la matemática desde el punto de vista de una ciencia en que la generación de hipótesis y tesis componen el proceso de resolución de un problema. Ejemplo: “En Matemáticas hay muchas cosas que uno mismo puede descubrir y probar”.

- **Matemática es una habilidad fija (MHF)**: Compuesto por 5 ítems que consideran que la matemática tiene un límite cognitivo en el proceso de aprendizaje, es decir, que no es una habilidad que se pueda desarrollar con tiempo y práctica. Ejemplo: “Las Matemáticas son una asignatura en que la habilidad innata es bastante más importante que el esfuerzo”.

El instrumento se diseñó en tres secciones, una primera sección con datos personales, una segunda sección con el Cuestionario de Personalidad Eficaz y una tercera sección con el Cuestionario sobre la Naturaleza de las Matemáticas. Es necesario aclarar que al momento de planificar el diseño del instrumento, el primer cuestionario quedó con sus preguntas agrupadas en sus dimensiones principales, mientras que el segundo quedó con todas sus preguntas desordenadas. Esta disposición de los ítems fue detectada después de la primera aplicación del cuestionario, por lo que se decidió mantenerlo considerando esto durante el análisis. Este agrupamiento por bloques del primer cuestionario podría traer problemas de sesgo en las respuestas de los estudiantes, sin embargo, como será visto más adelante, se pudo validar estadísticamente las dimensiones que se miden.

1.1.3. Muestra y toma de datos

La recolección de datos se realizó durante el año 2019 y se hizo en cuatro instancias, dos para el primer semestre, que llamaremos Semestre Otoño y dos para el segundo semestre, que llamaremos Semestre Primavera. Los cursos en los cuales se aplicó este cuestionario fueron Introducción al Álgebra (IA), Cálculo Diferencial e Integral (CDI) y Ecuaciones Diferenciales Ordinarias (EDO) en el Semestre Otoño, mientras que en el Semestre Primavera se aplicó en los cursos de Introducción al Cálculo (IC) e Introducción al Álgebra (IA). En la tabla adjunta se aprecia la composición de los cursos y el número de alumnos en cada uno.

Para los cursos Introducción al Álgebra y Ecuaciones Diferenciales Ordinarias del semestre Otoño, se gestionó un curso control, el cual funcionaba bajo la metodología habitual usada en la Escuela, compuesta por dos clases de cátedra y una auxiliar expositiva donde se les expone la resolución de uno o varios problemas. Respecto a los cursos que no presentan un grupo control, como es el caso CDI esto se debió a que no fue posible coordinar con las secciones paralelas para la aplicación del cuestionario. Para el semestre de primavera, de entre los 2 cursos de IC y 3 de IA, 4 de ellos trabajaron bajo la modalidad RP y uno de ellos fue mixto, por lo que decidió descartar este grupo ya que era difuso clasificarlo en alguno de los dos grupos mencionados anteriormente.

Además, es necesario destacar que en las instancias post de cada curso Primavera y Otoño bajó el tamaño de la muestra. Esto se puede atribuir a la baja sostenida en la asistencia con el paso del semestre, esto es especialmente notorio en cursos en los cuales los estudiantes ya conocen todas sus notas (y por tanto ya sabía si aprobaron el ramo) como es el caso de EDO. Es importante mencionar que el bajo tamaño de las muestras al final de los cursos de

primavera se vio acentuada porque estas fueron tomadas de manera digital mediante google forms, durante el periodo en que la facultad se encontraba con clases reducidas posterior al estallido social de Octubre 2019.

Curso	Grupo	Pre	Post
IA	RP	170	51
	NO RP	92	32
CDI	RP	169	109
EDO	RP	232	134
	NO RP	68	20
Suma Total		731	346

Tabla 1.1: Datos demográficos muestra Otoño

Curso	Grupo	Pre	Post
Ambos	RP	115	19
Sólo IC	RP	36	5
Sólo IA	RP	33	9
Suma Total		184	33

Tabla 1.2: Datos demográficos muestra Primavera

Codificación

Las respuestas de cada estudiante fueron codificadas según indica la escala likert, donde 1 representa “Muy desacuerdo” y 5 (en el caso del Cuestionario de Personalidad Eficaz) o 6 (en el caso del Cuestionario sobre la naturaleza de las matemáticas) representa “Muy de acuerdo”. Para el resultado de cada dimensión se decidió usar un puntaje total por dimensión, el cual está representado por la suma de los puntajes obtenidos en cada pregunta de la dimensión que corresponda. Este puntaje total, por estudiante, fue el que se utilizó para los análisis comparativos posteriores.

1.2. Proceso de validación del instrumento

Para usar el instrumento que hemos diseñado es necesario pasar por un proceso de validación. Este proceso tiene por objetivo comprobar que el instrumento en este caso, el cuestionario utilizado, mide las mismas dimensiones teóricas que se proponen al momento de diseñar el instrumento. Esto es necesario, pues la muestra que se busca caracterizar no necesariamente tiene las mismas características que la muestra utilizada al momento del desarrollo del instrumento.

1.2.1. Análisis Confirmatorio

En el diseño del cuestionario, en su primer parte existen 4 dimensiones teóricas y en la segunda parte 3 dimensiones teóricas, como se discutió en la sección 1.1.2. El proceso de va-

validación del cuestionario consiste en identificar estadísticamente si, dentro de cada dimensión teórica, existe una relación lineal independiente de las demás dimensiones, esto es lo que en estadística es llamado un *Análisis factorial*. De ahora en adelante las dimensiones serán llamadas *dimensiones factoriales*. En primer lugar, es necesario verificar las hipótesis necesarias para la realización de un análisis factorial. Los test a realizar corresponden a los test de KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) y esfericidad de Bartlett [Pérez López, 2004] que permiten comprobar si existen las condiciones necesarias para la realización del análisis factorial y, por otro lado, testear el coeficiente alpha [Guttman, 1945] para considerar la fiabilidad de los datos iniciales.

El análisis que se decidió ejecutar es un Análisis Factorial Confirmatorio, esto pues como su nombre lo dice, permite confirmar si las dimensiones que se proponen inicialmente siguen siendo consistentes con las que se observan en los datos entregados por la muestra actual. Para este análisis se decidió utilizar el software AMOS de IBM.

Para llevar a cabo el Análisis Factorial Confirmatorio, los datos totales se ingresaron a AMOS, los cuales fueron agrupados según cada factor teórico. Este modelo se iteró, descartando ítems con cargas factoriales bajas, es decir, que no representarían suficiente peso para explicar un factor en específico y correlacionando ítems que pertenezcan a un mismo factor. En cada iteración se revisó los valores de los estadísticos χ^2 , p-valor del modelo, CFI, TLI y RMSEA hasta que se pudiera obtener un modelo con estadísticos en rangos aceptables. Se decidió utilizar las cotas aceptables presentadas por Hu y Bentler [Hu and Bentler, 1998] para análisis de este tipo.

1.2.2. Validación estadística de los cuestionarios

Para evaluar la validación de los cuestionarios se utilizó la totalidad de los datos de la base pre en la muestra de Otoño, es decir, 731 muestras sobre las cuales aplicar los test estadísticos.

Cuestionario de Personalidad Eficaz

Para el Cuestionario de Personalidad Eficaz, los resultados del Análisis Factorial Confirmatorio para el modelo de cuatro dimensiones fue insatisfactorio, por lo que se decidió eliminar aquellos ítems que no pudieran cargar en ninguna de las dimensiones, lo que redujo el número de ítems según figura a continuación.

1. ARA, 5 ítems
2. ASA, 5 ítems
3. AP, 4 ítems
4. AAR, 5 ítems

Posterior a iterar este modelo, los resultados del Análisis Factorial Confirmatorio final arrojaron los siguientes índices: $\chi^2_{139} = 375,295$; $p = 0,000$; CFI = 0,937; TLI = 0,923; RM-

SEA = 0,048 (0,042 – 0,054). El valor del test de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) fue de 0,827 y el valor del test de esfericidad de Bartlett fue 4427,837 (df = 171; p= 0,000). Todos estos valores se encuentran en rango aceptable según [Hu and Bentler, 1998] por lo que se valida la estructura del modelo para este instrumento.

Por otro lado, el Coeficiente Alpha de Cronbach y el promedio de las correlaciones inter-ítem para consistencia interna se reporta en la tabla siguiente:

Dimensión	Coeficiente alpha	Promedio corr. inter-ítem
ARA	0.71	0.33
ASA	0.76	0.39
AP	0.682	0.35
AAR	0.776	0.4

Tabla 1.3: Coeficientes de fiabilidad - Personalidad Eficaz

Si bien tres de estos coeficientes alpha son considerados aceptables según Mallery y George [Mallery and George, 2003], para el caso de Afrontamiento de Problemas (AP) el coeficiente alpha de 0,682 es considerado mediocre, esto puede atribuirse al número de ítems en esta dimensión, 4 versus 5 en las otras tres dimensiones. Si bien el coeficiente alpha es aceptado ampliamente como un método para estudiar la fiabilidad de la escala, otra alternativa válida es la de estudiar el promedio de las correlaciones inter-ítem, que en este caso su valor es de 0,35, el cual se considera en el rango aceptable según [Tabachnick et al., 2007]. Considerando los valores anteriores se considera adecuado el uso del instrumento en esta investigación.

Cuestionario sobre la Naturaleza de las Matemáticas

Para el Cuestionario sobre la Naturaleza de las Matemáticas, los resultados del análisis factorial para el modelo de tres dimensiones arrojaron los siguientes índices: $\chi^2_{83} = 271,122$; p = 0,000; CFI = 0,908; TLI = 0,884; RMSEA = 0,055 (0,048 – 0,063). El valor del test de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) fue de 0,767 y el valor del test de esfericidad de Bartlett fue 2133,818 (df = 105; p= 0,000). Todos estos valores se encuentran en rango aceptable según [Hu and Bentler, 1998] por lo que se valida la estructura del modelo para este instrumento.

Por otro lado, el Coeficiente Alpha de Cronbach y el promedio de las correlaciones inter-ítem para consistencia interna se reporta en la tabla siguiente:

Dimensión	Coeficiente alpha	Promedio corr. inter-ítem
MRP	0.67	0.28
MPI	0.7	0.32
MHF	0.69	0.32

Tabla 1.4: Coeficientes de fiabilidad - Naturaleza de las Matemáticas

De las tres dimensiones, sólo la referente a Matemática como Proceso de Investigación presenta un coeficiente de fiabilidad aceptable de 0,7. Sin embargo, revisando los promedios de correlaciones inter-item se concluye la fiabilidad del instrumento, al encontrarse en rangos aceptables. Dados los valores anteriores se considera adecuado el uso del instrumento para la investigación.

Por tanto, habiendo validado ambos instrumentos se procede con el análisis de los datos en una segunda instancia con muestras pareadas. En la sección siguiente se describe el proceso de análisis de los datos y los resultados obtenidos de este análisis.

1.3. Proceso de análisis de datos

1.3.1. Muestras pareadas

Posterior a la validación de las dimensiones factoriales de los instrumentos, se decidió seguir con un análisis de muestras pareadas sobre los puntajes de los cuestionarios antes y después de participar en el curso, comparando con las respuestas de un grupo control. Un análisis de muestras pareadas consiste en el uso de tests estadísticos que comparan las diferencias en los resultados del cuestionario al inicio del curso y al final del curso. Este se evalúa comparando las respuestas de cada estudiante, por tanto, sólo se toman en cuenta los resultados de aquellos estudiantes quienes hayan respondido en ambas instancias. Los análisis que se realizaron fueron t-test de muestras relacionadas y test de rangos con signo de Wilcoxon y se llevaron a cabo sobre cada una de las dimensiones principales mencionadas en la sección 1.1.2

Para efectuar este análisis se aplicó un t-test de muestras relacionadas sobre cada dimensión factorial que cumpliera la hipótesis de normalidad, la que fue testada con el uso del test de Kolmogorov-Smirnov o Shapiro-Wilk, según el tamaño de la muestra. Para aquellas dimensiones que no pasaran el test de normalidad se decidió usar el test de rangos con signo de Wilcoxon para contrastar las medianas y determinar diferencias significativas entre las muestras antes y después.

En el caso de los cursos de Introducción al Álgebra Otoño y EDO Otoño, al tener un grupo control se decidió hacer el análisis de muestras pareadas sobre cada grupo (RP y Control) por separado -los que estuvieron en un curso RP y los que no- e identificar las diferencias entre cada muestra de manera independiente, esto pues no se pudo usar ANOVA, o sus variantes debido a la necesidad de cumplir la hipótesis de normalidad sobre cada una de las dimensiones, la cual sólo se alcanzó en algunas de éstas.

Para llevar a cabo este análisis se utilizó el software SPSS, en su versión 21, de IBM.

1.3.2. Resultados del análisis

A continuación se presentan los resultados obtenidos de los análisis estadísticos de muestras relacionadas. Los resultados se presentan por asignatura, haciendo la distinción entre los grupos que estuvieron en un curso RP y los que estuvieron en un curso usual. Dependiendo del test usado, los resultados serán mostrados con sus elementos (del test) asociados. En el anexo se encuentran los resultados de todos los tests.

Introducción al Álgebra Otoño

Dentro de las siete dimensiones, en el grupo *Control* no se presentan resultados significativos ($p > 0,5$) que permitan explicar algún cambio relevante. Mientras, en el grupo *RP* se observa un impacto significativo negativo en la dimensión sobre Autorrealización Académica ($Z = -3,011$; $p = 0,003$ sobre los rangos positivos) y en la dimensión sobre la Matemática como Habilidad Fija ($t(49) = -2,147$; $p = 0,03$; IC $-2,671$ hasta $-0,089$). Las demás dimensiones no presentaron cambios que se puedan considerar estadísticamente significativos.

En la tabla a continuación se presentan los datos obtenidos, en gris se destacan aquellas dimensiones significantes.

	Control			
	pre		post	
	media	std dev	media	std dev
Autorr. Académica	20,74	(2,83)	20,61	(2,18)
Autorr. Socioafectiva	18,39	(3,69)	17,64	(4,00)
Afr. de Problemas	16,66	(1,99)	16,06	(1,99)
Autoestima y Autorr.	19,64	(3,50)	18,94	(3,43)
Reglas y Procedimientos	20,70	(4,17)	21,00	(4,25)
Proceso de Investigación	26,21	(2,30)	26,31	(2,45)
Habilidad fija	16,00	(4,03)	15,25	(4,90)

Tabla 1.5: Media y desviación estándar de cada dimensión. IA Otoño grupo control

	RP			
	pre		post	
	media	(std dev)	media	(std dev)
Autorr. Académica	20,57	(3,21)	19,92	(3,57)
Autorr. Socioafectiva	17,61	(3,37)	17,67	(3,79)
Afr. de Problemas	16,53	(2,32)	16,67	(2,09)
Autoestima y Autorr.	19,31	(3,72)	18,88	(4,03)
Reglas y Procedimientos	21,74	(4,10)	21,33	(4,06)
Proceso de Investigación	26,16	(2,99)	25,57	(3,43)
Habilidad fija	15,99	(4,80)	16,97	(4,80)

Tabla 1.6: Media y desviación estándar de cada dimensión. IA Otoño grupo RP

Cálculo Diferencial e Integral Otoño

Ya que en los datos recopilados para el curso de CDI no tuvo un grupo control, sólo se presentan resultados que refieren a un grupo que tuvo clase de RP. Respecto a la dimensión sobre Autorrealización Académica se presenta un cambio negativo significativo ($Z = -3,566$; $p < 0,000$) entre los resultados pre y post. Así también sucede con las dimensiones sobre Afrontamiento de Problemas ($Z = -2,176$; $p = 0,03$) y la dimensión de Autoestima y Autorrealización ($Z = -2,011$; $p = 0,044$). Para el resto de las dimensiones analizadas no se presentaron resultados estadísticamente significativos.

	pre media (std dev)	post media (std dev)
Autorr. Académica	19,44 (3,14)	18,64 (3,13)
Autorr. Socioafectiva	18,20 (3,51)	18,22 (3,26)
Afr. de Problemas	16,94 (2,05)	16,38 (2,15)
Autoestima y Autorr.	19,74 (3,23)	19,18 (3,05)
Reglas y Procedimientos	21,96 (3,64)	22,16 (3,71)
Proceso de Investigación	25,69 (3,06)	25,01 (3,26)
Habilidad fija	15,42 (4,37)	15,37 (4,37)

Tabla 1.7: Media y desviación estándar de cada dimensión. CDI Otoño grupo RP

Ecuaciones Diferenciales Ordinarias Otoño

De entre las siete dimensiones estudiadas, en el grupo tratamiento de RP, las dimensiones sobre Autorrealización Académica ($Z = -4,887$; $p < 0,000$), Autoestima y Autorrealización ($Z = -2,483$; $p = 0,013$) y Matemática como Reglas y Procedimientos ($Z = -2,038$; $p = 0,042$) presentaron cambios negativos significativos con el paso del tiempo. Para el resto de las dimensiones estudiadas no se presentaron resultados estadísticamente significativos.

	Control	
	pre media (std dev)	post media (std dev)
Autorr. Académica	19,88 (3,48)	18,42 (4,20)
Autorr. Socioafectiva	16,35 (3,43)	15,63 (3,57)
Afr. de Problemas	16,14 (2,38)	15,79 (2,24)
Autoestima y Autorr.	18,99 (3,35)	17,75 (3,46)
Reglas y Procedimientos	21,53 (3,72)	20,46 (4,02)
Proceso de Investigación	25,71 (2,95)	26,13 (2,67)
Habilidad fija	15,32 (4,17)	17,13 (2,95)

Tabla 1.8: Media y desviación estándar de cada dimensión. EDO Otoño grupo Control

	RP	
	pre media (std dev)	post media (std dev)
Autorr. Académica	20,13 (2,70)	19,42 (2,67)
Autorr. Socioafectiva	17,33 (3,36)	16,90 (3,52)
Afr. de Problemas	16,30 (2,23)	16,16 (2,19)
Autoestima y Autorr.	19,38 (2,98)	18,83 (3,57)
Reglas y Procedimientos	21,09 (3,76)	20,54 (3,96)
Proceso de Investigación	25,71 (2,69)	26,03 (3,04)
Habilidad fija	15,32 (4,14)	14,79 (4,06)

Tabla 1.9: Media y desviación estándar de cada dimensión. EDO Otoño grupo RP

Introducción al Cálculo y Álgebra Primavera

Para estos cursos, no se tuvo un grupo de control, por tanto todos los resultados hacen referencia al grupo de estudiantes bajo metodología RP. De entre las siete dimensiones estudiadas, la dimensión sobre la Matemática como Reglas y Procedimientos presentó cambios negativos significativos ($t(32) = 2,56$; $p = 0,015$; IC 0,279 hasta 2,449). Así también en la dimensión sobre la Matemática como Proceso de Investigación se presentaron cambios negativos significativos ($t(32) = 2,375$; $p = 0,024$; IC 0,155 hasta 2,375). Para el resto de las dimensiones estudiadas no se presentaron resultados estadísticamente significativos.

	pre	post
	media (std dev)	media (std dev)
Autorr. Académica	19,89 (3,29)	19,73 (3,20)
Autorr. Socioafectiva	18,11 (3,57)	17,29 (3,00)
Afr. de Problemas	16,73 (2,24)	16,48 (2,19)
Autoestima y Autorr.	19,73 (3,38)	19,67 (3,49)
Reglas y Procedimientos	22,80 (3,61)	22,05 (3,56)
Proceso de Investigación	26,01 (3,39)	25,11 (2,51)
Habilidad fija	15,77 (4,54)	15,75 (4,68)

Tabla 1.10: Media y desviación estándar de cada dimensión. IC-IA grupo RP

1.4. Discusión

Es interesante destacar que en todas las instancias de Otoño hubo una baja en la dimensión sobre Autorrealización Académica que, según la definición presentada en el artículo original, donde se presenta el cuestionario, significaría una disminución en la motivación por el estudio o por el propio autoconcepto como estudiante. Esta baja sólo fue significativa en los grupos RP. Una posible explicación a este fenómeno es por el propio paso del semestre, donde ya los estudiantes han visto sus resultados en el curso correspondiente además del desgaste natural producido por la carga natural generada en un semestre académico. Este correspondería a razones externas a la estrategia RP usado en la investigación y cuantificarlo no estuvo determinado dentro de los aspectos a considerar. Si bien los grupos control no

tuvieron cambios significantes en esta dimensión, al comparar las medias de cada grupo se puede notar que también hubo una baja atribuible a esta situación.

En esta misma línea, hay que mencionar que el número de muestras bajó al final del curso, esto pues al final del semestre disminuye el número de estudiantes que asisten a clases, como menciona [Celis, 2019]. A esto se agrega que la toma de los cuestionarios en los cursos Control y RP se realizó cuando los estudiantes ya conocían los resultados de todas las evaluaciones parciales de este semestre, en consecuencia, aquellos estudiantes que estaban eximidos de rendir el examen, no participaron de la muestra. esto presenta un sesgo en los estudiantes que respondieron el cuestionario post.

Un resultado que llama la atención es que los grupos control no presentaron cambios significativos en ninguna dimensión, a diferencia de los grupos RP. Mirando en la dimensión de Autorrealización Académica, se puede especular que esta diferencia entre los grupos se debe a que los estudiantes en cursos RP son más conscientes de su desempeño en la asignatura, pues acá se genera una instancia en vivo en la cual se enfrentan problemas que les permite darse cuenta de su avance. Viendo si es posible extrapolar estos resultados a las demás dimensiones se puede pensar que sí debido a que todos estos están relacionados en la mirada acerca de las matemáticas o de la autorrealización, en este caso asociada a cursos de matemáticas.

En Introducción al Álgebra Otoño, en el grupo RP, se notó un aumento en la dimensión sobre la Matemática como una Habilidad Fija. Si bien este ya se encontraba en valores inicialmente bajos (15 sobre 25), el aumento puede haberse producido por la interacción de los estudiantes en su primer semestre de educación superior. Como se mencionó antes, los estudiantes al momento de la segunda toma de datos (post) estaban en el periodo posterior a su último control y antes del examen, por lo que se puede especular que gran parte de quienes asistían a ese instante no habían logrado la exención al examen por lo que presentaban la necesidad de asistir a clases a ejercitar los contenidos correspondientes. En este caso se destacan ítems dentro de esta dimensión que hacen alusión a una comparativa entre los mismos estudiantes como por ejemplo “Algunas personas son buenas para las Matemáticas, mientras que otras no lo son” o “Las Matemáticas son una asignatura en que la habilidad innata es bastante más importante que el esfuerzo”. Estos ítems reflejan si los estudiantes hacen una comparación con sus pares al momento de poner en la balanza el tema de sus habilidades, en especial en momentos notables del semestre como es el periodo de exámenes donde está en juego la aprobación de la asignatura contrastando con al situación de otros estudiantes cuya aprobación ya estaba garantizada.

En el curso de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias Otoño, en el grupo RP, los resultados mostraron una disminución en Autorrealización y Autoestima, donde esta disminución puede deberse, al igual que con el grupo de Cálculo Diferencial, al desgaste del propio semestre. Por otra parte, también hubo una disminución en la Matemática como Reglas y Procedimientos donde este es un resultado deseado porque permite afirmar que las matemáticas no son sólo un recuerdo y aplicación de técnicas y procedimientos. En cualquier caso, estas conclusiones

deben ser estudiadas en mayor profundidad en estudios posteriores.

Para Cálculo Diferencial e Integral Otoño, las dimensiones sobre Afrontamiento de Problemas y Autorrealización y Autoestima disminuyeron con el paso del semestre, esto puede estar relacionado con la misma disminución producida en Autorrealización Académica. Es importante volver a mencionar que dada la instancia de este curso, la totalidad de los estudiantes quienes participaron de él ya habían reprobado alguno de los dos cursos de Cálculo de primer año, de lo cual se puede especular generaría ansiedad dados los resultados obtenidos y el desgaste del propio semestre.

En el caso de Introducción al Cálculo y Álgebra, en su versión Primavera, partir mencionando que la toma de datos post no fue llevada a cabo de manera presencial, esto debido a las circunstancias a nivel país durante Noviembre y Diciembre 2019. Además de ello, estos cursos se decidieron juntar debido a que la gran mayoría de los estudiantes se encontraban cursando ambas asignaturas, por lo mismo, a la hora de considerar sus respuestas y a lo pequeña de las muestras, se decidió que se analizarían en un sólo grupo. Respecto al análisis, la Matemática como Proceso de Investigación bajó significativamente donde este resultado se puede explicar por la poca presencia de resultados prácticos a partir de los contenidos del curso, que son más bien teóricos a la hora de enseñarse y ejercitarse. Por otro lado, la Matemática como Reglas y Procedimientos también bajó significativamente donde este es un resultado positivo para esta investigación, pues implica que no sólo hay un estándar de resolución, sino que hay que pensar un poco antes para lograr resolver un problema.

Capítulo 2

La clase RP en la visión de los estudiantes

Para la segunda parte de esta tesis se decidió desarrollar un análisis cualitativo que permitiese estudiar cómo los estudiantes contribuyen e interactúan durante una clase de RP y cómo valoran esta instancia. Este fenómeno es de interés para este estudio pues la interacción entre estudiantes desarrollada en este entorno no ha sido explorado en profundidad con anterioridad. A continuación se explica la metodología aplicada para este estudio.

2.1. Metodología

Para esta parte del estudio, así como en la parte anterior, se decidió seguir con las recomendaciones presentadas por Creswell [Creswell, 2002] en su libro *Educational Research* para llevar a cabo una investigación cualitativa.

2.1.1. Diseño del estudio

Para abordar el objetivo se decidió usar una metodología cualitativa basada en un diseño fenomenológico que permite explorar cómo se desarrolla una sesión de RP desde la propia mirada de los estudiantes. El diseño fenomenológico según Mertens [Mertens, 2014] es descrito como un método investigativo que busca enfatizar la experiencia subjetiva del individuo. Se explora la percepción individual y el significado del fenómeno o experiencia vivida por el individuo y lleva al investigador a elucubrar teorías o explicaciones en torno a dicho fenómeno.

Entrevistas

Con el objetivo en mente y la metodología elegida para el estudio se decidió utilizar una entrevista para acceder a lo que piensan los estudiantes. A continuación se describe la entrevista como instrumento.

El instrumento

El instrumento utilizado para la recolección de datos fue una entrevista semiestructurada, con un conjunto de preguntas definidas y subpreguntas dependiendo de las respuestas de los entrevistados. La primera parte de la entrevista consiste en una introducción explicando de qué trata la investigación, los aspectos éticos considerados durante la toma de datos y una mención a las secciones en que se dividen las preguntas.

Las preguntas de la entrevista están diseñadas para cubrir cinco bloques estructurales, que son los que se presentan a continuación.

- **La matemática en general:** en la cual se hacen preguntas sobre la asignatura de Matemática y la percepción de esta en su primer semestre en la Universidad;
- **Resolviendo un problema en general:** en la cual se pregunta sobre la interacción y el desarrollo en una instancia de resolución de problemas cualquiera, así como de experiencias pasadas del mismo estudiante;
- **Conociendo el problema:** Refiere a las preguntas acerca de cómo, conociendo el problema de la sesión, podrían resolverlo durante la clase y qué estrategias usarían para ello;
- **Conociendo el grupo:** Refiere a las preguntas acerca de cómo, conociendo a las personas con que trabajarán en la sesión, se enfrentarían a un problema cualquiera. Acá se mencionan temas sobre la confianza y se alude a sesiones pasadas en que se trabajó con esas mismas personas, y;
- **Después de la clase:** Refiere a las preguntas acerca de la sesión recién ocurrida. Se contemplan respuestas sobre autoevaluación y coevaluación en la sesión. Además se consideran respuestas ante futuras instancias en que deban enfrentarse a problemas.

Además de estas cinco secciones se hicieron preguntas en la parte final de la entrevista sobre instancias futuras en el ámbito académico y comentarios generales, tanto de la entrevista como de la metodología.

2.1.2. Participantes

Este estudio se realiza con estudiantes de Primer año del Plan Común de Ingeniería y Ciencias en su segundo semestre en cursos que utilizan la Metodología RP. Ya que los cursos objetivo de esta investigación son cursos que se imparten en el primer semestre de la carrera, todos los estudiantes que participen de las entrevistas han reprobado al menos una vez alguno de estos cursos, Introducción al Álgebra o Introducción al Cálculo. Las clases de estos cursos se organizan en tres sesiones a la semana, todas ellas como clases de Resolución de Problemas, sin clases expositivas, ya sean cátedras a clases auxiliares.

Se buscó cumplir con los requerimientos éticos definidos por la Escuela de Ingeniería y

Ciencias para investigaciones con manejo de datos personales o intervención en el entorno educativo. Para esto se diseñó un consentimiento informado, aprobado por el Comité de Ética para la Investigación de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, que permitía obtener la autorización del estudiante participante en la investigación.

Ya que el objetivo se enfoca en las acciones realizadas por estudiantes durante la clase de RP, se decidió utilizar la metodología de *Concept Sampling*, una estrategia de muestreo intencional, en que los sujetos se escogen de manera que ayuden a generar conjeturas y caracterizar las implicancias del desarrollo de la sesión de RP y ligarla a las propias vivencias en el ambiente universitario.

El reclutamiento de los participantes se hizo en tres instancias durante la primera semana de Diciembre 2019, esto pues originalmente estaban proyectadas para la última semana de Octubre, pero fueron retrasadas debido al estallido social. Las primeras dos se hicieron a través del correo de la plataforma institucional de la universidad. Se les comentó a los estudiantes acerca de la investigación asociada para luego en la próxima sesión de RP explicarles en detalle el procedimiento de la entrevista y saber si estaban de acuerdo en participar. La tercera instancia se hizo en forma presencial en la última sesión de RP que tuvieron durante la semana de reclutamiento, con la intención de captar el interés de algún estudiante durante la misma clase. En la semana siguiente se realizaron las entrevistas, a lo más una por cada sesión dada por limitaciones de tiempo del investigador.

	Apodo	Curso
1	Amanda	Introducción al álgebra
2	René	Introducción al Álgebra
3	Patricia	Introducción al Álgebra
4	Andrea	Introducción al Álgebra
5	Úrsula	Introducción al Álgebra
6	César	Introducción al Álgebra
7	Helena	Introducción al Cálculo

Tabla 2.1: Estudiantes participantes

Recolección de datos

Las entrevistas se llevaron a cabo en la misma sala donde se realizaban las clases de RP, para esto se preparó un espacio en la sala con bajo ruido para grabar el audio de la interacción con el estudiante. Se le informó a los estudiantes que estuviesen 20 minutos antes de la clase para responder la primera parte de la entrevista. Ya en presencia del estudiante se procedió con la primera parte de la entrevista, la cual consistía de preguntas generales y la presentación del primer problema de la clase y el grupo con el cual iban a trabajar. Posterior al fin de la clase, se procedió con la segunda parte abarcando preguntas sobre el desempeño y trabajo grupal durante la sesión. Además de ello, se consultó cómo sería la experiencia a futuro y comentarios generales.

2.1.3. Proceso de análisis de datos

Esta investigación aplica su metodología a partir de las entrevistas descritas anteriormente. Los datos corresponden a siete entrevistas realizadas a los estudiantes presentados en la tabla 2.1 las cuales tuvieron una duración aproximada de 15 minutos. Cada una de estas entrevistas se transcribió y se preparó un archivo .doc sobre el cual se hizo el análisis.

En lo que sigue se detalla el proceso de generación inductiva de una codificación pertinente a la investigación, se da una explicación de la codificación usada, acompañada de ejemplos de la propia investigación.

En una primera etapa se estudia la estructura de la entrevista y se definen bloques estructurales. Luego, al interior de cada uno de estos bloques se definen códigos como fragmentos de textos extraído de manera literal de las transcripciones o como una palabra o frase que logre sintetizar el significado de un fragmento. Esta primera codificación resulta ser muy extensa y a veces redundante por lo que se realiza un segundo nivel de codificación que sintetice las ideas principales de un bloque estructural.

Codificación Estructural

El objetivo de la codificación estructural es condensar y organizar la información entregada por las entrevistas. Según Saldaña [Saldaña, 2015], la Codificación Estructural genera una frase conceptual que represente un fragmento de interés de un bloque de los datos relacionados a un tema específico de la entrevista.

En el caso de esta investigación, después de analizar el instrumento (la entrevista) y las transcripciones de las entrevistas realizadas se hizo la codificación estructural lo que permitió definir los bloques estructurales. Se decidió que los bloques estructurales coinciden con las partes de la entrevista por la estructura de lo general a lo particular y por presentar cómo es la visión antes y después de la clase, es decir,

- **La matemática en general**
- **Resolviendo un problema en general**
- **Conociendo el problema**
- **Conociendo el grupo**
- **Después de la clase**

Codificación In Vivo

De acuerdo a Saldaña [Saldaña, 2015], la Codificación In Vivo, según su raíz significa “*en aquello que está vivo*” y refiere a una palabra o frase corta a partir del propio lenguaje encontrado en las entrevistas. La idea de esta codificación es extraer desde las mismas palabras de los participantes un código que represente aquello que quieran expresar. Esta codificación, al ser una mirada a los datos, es muy granular y consta de una gran cantidad de códigos,

incluso muchos de ellos pueden ser distintos pero referirse a una misma idea.

A continuación se presenta un ejemplo con los códigos in vivo obtenidos en esta investigación

I: ¿Tú te considerarías buena en matemática?	Mi nivel bajó drásticamente
Patricia: En estos momentos puedo decir que no, o sea, puedo decir que mi nivel, si voy comparando, bajó drásticamente, fue un cambio igual abrupto porque entré a que pensaba que sabía mucho, pero aquí tuve un cambio muy drástico en que mi... quizás todo lo que sabía podía ser un poco refutado por, ya sea auxiliares, profesores. Lo que me ha servido en mi crecimiento, sí , pero yo es cierto en este momento sé más matemática, no, porque estoy en proceso de saber todavía.	Fue un cambio abrupto Todo lo que sabía podía ser refutado Me ha servido en mi crecimiento Estoy en proceso de aprender matemática

Tabla 2.2: Ejemplo Codificación In vivo

Codificación Asociativa

La Codificación Asociativa cumple el rol de la codificación axial en la metodología de Grounded Theory para generación de códigos. En esta etapa los códigos de la parte anterior (Codificación In Vivo) son agrupados según ejes o grupos temáticos, es decir, en temas más amplios que representen una idea común. Estos grupos temáticos hacen la labor de sintetizar la forma de pensar de los estudiantes en cada uno de los bloques estructurales. Una forma de encausar este procedimiento es guiarse por la división estructural de la entrevista. A los códigos generados en esta sección se decidió llamarles *Grupos Temáticos*.

A continuación se presenta un ejemplo de cómo se generaron estos códigos en nuestra investigación:

En el bloque estructural Matemática en general se presentan preguntas sobre la relación personal con la matemática, algunos de los códigos iniciales que se extrajeron en esta parte fueron “Paso del colegio a la U es drástico”, “El semestre pasado no me daba tiempo de ver la materia”, “Actualmente no me considero buena”. Acá se aprecia que los estudiantes responden a la pregunta usando comparaciones con otros momentos temporales, en particular, mencionan el colegio y el primer semestre en contraste al semestre en que se realizó la entrevista, segundo semestre. Es por esto que se decidió generar tres grupos temáticos principales: “*Comparando con el colegio*”, donde se menciona a la época escolar como el punto de comparación; “*Comparando entre semestres*”, donde se hace la comparación entre el primer y segundo semestre en la Universidad; y, “*Cómo me siento actualmente*”, donde no hay comparación con otros momentos y sólo se menciona la situación al momento de preguntarles.

2.2. Resultados

Para cada bloque estructural se generaron grupos temáticos que condensaran la información entregada por los estudiantes que fue filtrada a partir de la codificación In Vivo. A continuación se presenta un resumen de los resultados obtenidos para cada bloque estructural y los resultados desglosados.

Bloque Estructural	Grupos Temáticos		
Matemática en general	Cómo me siento actualmente	Comparando con el colegio	Comparando entre semestres
Resolviendo un problema en general	Resolución individual	Contribuyendo al grupo	Valoración del trabajo grupal
Conociendo el problema	En el trabajo individual	En el trabajo grupal	Contribuciones a resolver el problema
Conociendo el grupo	Distensión del estudiante en el grupo	Actitud del otro hacia el grupo	
Después de clase	Coevaluación actual	Autoevaluación actual	A futuro

Tabla 2.3: Tabla resumen grupos temáticos

- **La matemática en general**

En este bloque, los estudiantes mencionan dos puntos de vista en su situación actual con la asignatura de matemática, que ha sido un proceso de cambio a través del tiempo y, por otro lado, que ha sido una tendencia constante en su desempeño académico. Para poder explicar estas dos situaciones, se mencionan dos puntos de comparación: La Escuela, donde los contenidos de la asignatura eran muchos menos y la dificultad era menor respecto a la Universidad, y; el Primer semestre en contraste con el segundo, donde el desempeño personal fue muy bajo al ser el primer semestre que viven en la Educación Superior.

- **Resolviendo un problema en general**

En este bloque, los estudiantes exponen que al enfrentarse a un problema cualquiera, la situación puede variar mucho dependiendo del problema en cuestión, por lo que haría falta contexto para dar una respuesta a cómo sería su desempeño individual. Sin embargo, cuando se menciona la situación al trabajar con un grupo, la gran mayoría dice poder aportar con alguna idea para el avance de la resolución junto a los otros compañeros. En esta misma línea, el trabajo en grupo es muy bien valorado pues permite ampliar el espectro de ideas y posibles métodos para enfrentarse a un problema.

- **Conociendo el problema**

En este bloque, los estudiantes al conocer el problema que iban a desarrollar en la clase, mostraron una opinión negativa a la posibilidad de abordarlo de manera individual. Sin embargo, al estar en grupo, la tensión disminuía pues las ideas que tenían para re-

solverlo podían ser comparadas y evaluadas por sus pares para saber si eran de utilidad.

- **Conociendo el grupo**

En este bloque, los estudiantes al conocer su grupo de trabajo, mencionan dos puntos de vista: la de uno hacia el grupo, en que dicen que se sienten a gusto trabajando con los compañeros que les tocó en la sesión pues ya habían trabajado juntos en ocasiones anteriores, y; la actitud de los demás hacia el grupo, donde mencionan que lo que más estiman es que los demás aporten al trabajo colaborativo.

- **Después de la clase**

En este bloque, los estudiantes muestran cómo fue su desempeño durante la clase, las opiniones son más bien positivas hacia el resto de sus compañeros, mientras que al hacer una autoevaluación se refieren a si mismos con un desempeño a la par o inferior a la del resto del grupo. Además de esto, los estudiantes comentan que en vista del desempeño que tuvieron durante la clase, no tendrían buenos resultados en una evaluación futura.

Además de esto, la sección con comentarios generales fue dejada como un punto aparte del resto de Bloques Estructurales.

2.2.1. Matemática en General

A partir de la codificación In Vivo realizada sobre las entrevistas en el bloque estructural Matemática en General, surgieron tres grupos temáticos que se escogieron según la comparación temporal que hacen los estudiantes, como se muestran en la siguiente tabla:

Bloque estructural	Matemática en General		
Grupos temáticos	Cómo me siento actualmente	Comparando con el colegio	Comparando entre semestres
Voz del estudiante	Dos corrientes: “He mejorado en matemática”, “Me ha ido bien en matemática”	“La profundidad del estudio es mayor en la Universidad”	“El primer semestre mi desempeño fue muy malo, este segundo semestre he mejorado”

Tabla 2.4: Grupos temáticos Matemática en general

Cómo me siento actualmente

En este grupo temático se expresan las opiniones de los participantes acerca de su percepción actual sobre las asignaturas matemáticas, Introducción al Cálculo e Introducción al Álgebra. Los estudiantes mencionan dos enfoques principales **Cambio** y **Estabilidad**.

- **Cambio:** Hace referencia a los procesos internos por los que pasa el estudiante al momento de la entrevista. En este enfoque los estudiantes manifiestan que haber pasado por un proceso de evolución temporal positiva en el ámbito académico, como se muestra en el ejemplo siguiente

I: ¿Tú te considerarías buena en matemática?	Mi nivel bajó drásticamente
Patricia: En estos momentos puedo decir que no, o sea, puedo decir que mi nivel, si voy comparando, bajó drásticamente, fue un cambio igual abrupto porque entré a que pensaba que sabía mucho, pero aquí tuve un cambio muy drástico en que mi. . . quizás todo lo que sabía podía ser un poco refutado por, ya sea auxiliares, profesores. Lo que me ha servido en mi crecimiento, sí , pero yo es cierto en este momento sé más matemática, no, porque estoy en proceso de saber todavía.	Fue un cambio abrupto Todo lo que sabía podía ser refutado Me ha servido en mi crecimiento Estoy en proceso de aprender matemática

Tabla 2.5: Ejemplo Grupo temático Cómo me siento actualmente-Cambio

- **Estabilidad:** Se refiere a la tendencia a mantenerse constante el desempeño y la autopercepción hacia la matemática. Acá los estudiantes manifiestan que su situación académica ha sido constante, sin grandes cambios que se reflejen en el tiempo. En el cuadro siguiente se presenta un ejemplo de ello

I: Y ahora considerando solamente este semestre, este curso, ¿Cómo te considerarías?	Me fue bastante bien en el Control 1
Helena: Dentro de este curso, bastante bien, en relación al control 1, me fue bien y no sé	Lo preparé bien
I: ¿Y eso por qué?	No me costó
Helena: O sea, me fue muy bien en el control 1, lo preparé bien, no me costó, sentía que manejaba la materia y eso.	Sentía que manejaba la materia

Tabla 2.6: Ejemplo Grupo temático Cómo me siento actualmente-Estabilidad

Sin embargo, hay otros dos grupos temáticos no considerados en su momento y hacen referencia a comparaciones a otros momentos de la etapa estudiantil: El colegio y el primer semestre universitario. Estos grupos temáticos están relacionados al primero pues se usaron para argumentar la evolución temporal del desempeño personal y, por ende, si hubo cambio o estabilidad..

Comparando con el colegio

Dentro de los puntos principales de comparación a la hora de preguntar sobre la auto-percepción matemática fue la etapa escolar. Acá, aquellos participantes que mencionan este punto de comparación aluden que la autorrealización en la etapa escolar era mucho mayor comparando con la matemática estudiada en etapa superior.

Uno de los cambios externos que se hacen mención es la profundidad en que se enseñan los contenidos en la Universidad, y la velocidad que se necesita para asimilar estos con el compromiso propio de poder rendir una buena evaluación.

I: Ya, y ¿Te consideras buena en matemática?	Ahora no me considero buena
Andrea: Yo creo que sí, pero no. Ahora no.	Desde que llegué a la U
I: Actualmente, como desde que entraste a la U...	Creía que era buena
Andrea: Sí, actualmente desde que llegué a la U, yo creía que era muy buena, pero por lo mismo de que estaba muy mecanizada yo creía que era muy buena copiando ejercicios, pero cuando llega el momento de examinarlo y leer y pensar un poco como fuera de la burbuja me cuesta mucho entonces no me considero buena.	Estaba muy mecanizada al hacer ejercicios Me cuesta salir de la burbuja

Tabla 2.7: Ejemplo Grupo temático Comparando con el colegio

Comparando entre semestres

Otro punto importante de comparación fue hacer el pareo entre ambos semestres, es decir, cómo fue la evolución de los estudiantes al cambiar de su primer semestre universitario al segundo. La opinión es de una evolución positiva entre los semestres, refiriendo al primero como una etapa en que tanto el estudio como las calificaciones mermaron fuertemente, debido al ritmo acelerado de entrar a educación superior. Sin embargo, ya entrado al segundo semestre, se logró asimilar la carga académica y los contenidos de aquellos cursos reprobados llevando a una reconciliación con la asignatura.

I: Y considerando para este curso, para este semestre, ¿Cómo te sentirías respecto a eso?	Este semestre se ha reflejado bastante la práctica
Chonfluns: Am... Yo creo que este semestre se ha reflejado bien eso , o sea, de que si practico me van bien las cosas. El semestre pasado como que no me daba mucho el tiempo de ver la materia , de leer los apuntes o quedarme sólo con la materia de las clases, después de eso no ejercitaba o no me daba el tiempo para hacerlo por mí mismo y esperaba hasta los auxiliares , sin embargo este semestre tengo las dos formas, RP en álgebra y la forma tradicional en cálculo y... me he dado cuenta que aquí he podido practicar más, mis notas aumentaron mucho con respecto a todo el semestre anterior , además que es la segunda vez que veo la materia .	<p>El semestre pasado no me daba tiempo de ver la materia</p> <p>Después de clases no ejercitaba o no me daba el tiempo para ello</p> <p>Esperaba hasta los auxiliares</p> <p>En RP he podido practicar más</p> <p>Mis notas mejoraron respecto al semestre anterior</p> <p>Es la segunda vez que veo la materia</p>

Tabla 2.8: Ejemplo Grupo temático Comparando entre semestres

2.2.2. Resolviendo un problema en general

En este bloque estructural se observan las opiniones de los participantes al enfrentarse a un problema cualquiera sin considerar el contexto en el cual se envuelve. Los grupos temáticos se escogieron de manera que represente las interacciones de entre los actores presentes al momento de intentar resolver un problema.

Bloque estructural	Resolviendo un problema en general		
Grupos temáticos	Resolución individual	Contribuyendo al grupo	Valoración del trabajo grupal
Voz del estudiante	“Depende del problema, no podría opinar sin contexto”	“Podría aportar con alguna idea”	“Es favorable trabajar en grupo para compartir ideas”

Tabla 2.9: Grupos temáticos Resolviendo un problema en general

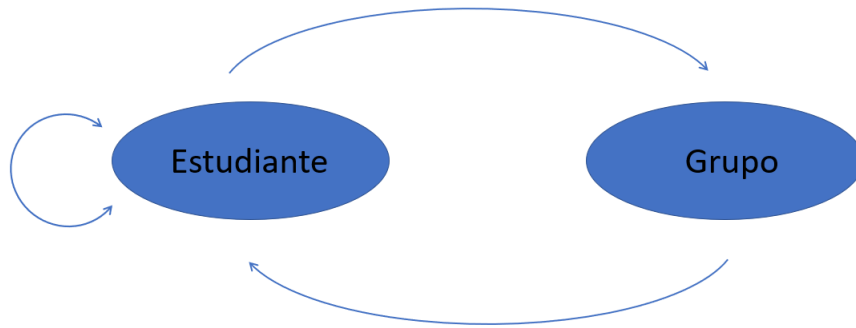


Figura 2.1: Grafo de interacción

Resolución individual

Este grupo temático abarca la actitud del estudiante al tener que enfrentarse de manera individual a un problema cualquiera, libre de contexto. La falta de un contexto conlleva a respuestas del tipo “Depende del problema” o “Yo creo que...” al momento de argumentar cómo les iría en tal problema.

Se observa un gradiente de respuestas acotado cuando se pregunta sobre su desempeño en ese problema hipotético, pero cuyos extremos son “Creo que me iría bien” hasta “Me iría más o menos”. Esto se justifica debido a experiencias de sesiones anteriores de RP, donde el desempeño personal no fue suficiente y ha sido necesario ayuda por parte de los pares o del monitor.

I: Si tuvieras que resolver un problema de manera individual, en este momento, ¿Cómo crees que te iría?	Me iría más o menos
	A veces necesito un empujón
Úrsula: Más o menos , porque igual siento que a veces necesito el empujón , una ayudita que se me olvida un poco algunos detalles .	Se me olvidan algunos detalles

Tabla 2.10: Ejemplo Grupo temático Resolución individual

Contribuyendo al grupo

En este grupo temático se abordan las opiniones sobre el aporte que hace el estudiante al grupo al enfrentarse a un problema. Todas las personas que se entrevistaron, dijeron que podrían aportar con ideas para el desarrollo del problema, el factor experiencia vuelve a hacerse presente, diciendo que los aportes que han hecho en el pasado han tenido diferentes efectos, algunos han servido, otros no pero han permitido encausar el proceso de resolución y otros que consideran como aportes mínimos.

I: Y si en el grupo, ¿tu contribuirías con alguna idea para desarrollar el problema o te tratas de queda un poco callada...?	Intento buscar una idea del ejercicio
Andrea: Siempre como que intento buscar una idea del ejercicio pero como soy bastante mecánica trato siempre de... estoy siempre viendo el apunte, cómo empezarlo porque eso es lo que más me cuesta y siempre intento como ayudar, como después de la idea principal terminarlo, pero siempre intento como buscar la idea principal.	Siempre estoy viendo el apunte Empezar es lo que más cuesta Intento ayudar a terminar la idea principal

Tabla 2.11: Ejemplo Grupo temático Contribuyendo al grupo

Valoración del trabajo grupal

A este grupo temático se le llamó de tal forma debido a que los estudiantes al referirse al aporte esperado del grupo hacia el afrontamiento del problema, conlleva una valoración del trabajo conjunto como un apoyo. La imagen que tienen todos los entrevistados es de una preferencia al trabajo grupal pues permite que se genere discusión de las ideas que plantea cada uno, con el fin de llegar a una respuesta conjunta que sea suficientemente sólida y que sea entendible por todos los participantes del grupo.

I: Y de acuerdo a tu experiencia, ¿Cómo ha sido eso de dar una idea en los otros problemas?	Ningún problema dando ideas Nos apoyamos todos
E: Ningún problema, nos apoyamos todos en general, todos con los conocimientos que tenemos tratamos de hacer los problemas en conjunto y que todos entendamos al final.	Con los conocimientos que tenemos Tratamos que entendamos al final

Tabla 2.12: Ejemplo Grupo temático Valoración del Trabajo Grupal

2.2.3. Conociendo el problema

Bloque estructural	Conociendo el problema		
Grupos temáticos	En el trabajo individual	En el trabajo grupal	Contribuciones a resolver el problema
Voz del estudiante	“Me costaría mucho intentar resolver este problema”	“En grupo tenemos más puntos de vista para enfrentar el problema”	“Intentaría matraquear el problema o ver el apunte como primera idea”

Tabla 2.13: Grupos temáticos Conociendo el Problema

En este punto de la entrevista, los estudiantes ya conocen el primer problema de la clase y las preguntas son similares a las anteriores. Sin embargo el enfoque cambia al tener un contexto presente en la mesa.

Para el curso de Introducción al Cálculo, el problema que se presentó cumplía con los contenidos de la etapa final del curso, en este caso límites y se presenta a continuación

La función más rápida del oeste: ¿Es cierto que para todo polinomio $p(x)$ se tiene lo siguiente?

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{p(x)}{e^x} = 0$$

Mientras, para el curso de Introducción al Álgebra los contenidos revisados al momento de las entrevistas correspondía a la unidad de números complejos y el problema presentado a los estudiantes se muestra a continuación

Las raíces quintas me dan 5: Sean $1, w_1, \dots, w_4$ las raíces quintas de la unidad. Demuestre que:

$$(1 - w_1)(1 - w_2)(1 - w_3)(1 - w_4) = 5$$

En el trabajo individual

Este grupo temático hace referencia a cómo se enfrentarían personalmente al problema de la sesión, describen el proceso que piensan podrían aplicar para resolverlo y cómo creen que les iría en una instancia individual. Las opiniones en general fueron negativas, diciendo que podrían intentar dar un paso en la resolución. Sin embargo, necesitarían de un empujón de parte de los monitores para poder sacar adelante el problema.

I: Perfecto. Este es el primer problema de la clase de hoy, échale un ojo. Si te tocara resolver este problema de manera individual, ¿Cómo crees que te iría?	Me iría regular Me ha faltado estudio últimamente
Helena: Mm... Regular, no sé. Me ha faltado estudiar últimamente cálculo, pero, o sea, conozco el tipo de problema, siento que podría intentarlo y llegar a algo.	Conozco el tipo de problema Podría intentar y llegar a algo

Tabla 2.14: Ejemplo Grupo temático En el trabajo individual

En el trabajo grupal

En este grupo temático se discute el desarrollo de este problema específico al hacerlo en grupo. Todos los estudiantes adhieren a la idea que trabajar en grupo es mucho mejor a la hora de desarrollar este problema. Las principales justificaciones van en la línea de poder discutirlo, enfrentando ideas y poniendo en la mesa otros métodos de resolución que puedan llevar a la respuesta.

I: ¿Y para el caso que fuese en grupo?	
Chonfluns: Para el caso que fuese un grupo creo que tardaría menos. Básicamente porque allí hay más ideas y más formas de hacerlo, más que las que yo propongo.	Tardaría menos en grupo En grupo hay más ideas
I: ¿En cuál caso crees que te iría mejor? No en tema de tiempo, sino respecto al problema en sí.	En grupo hay más formas de hacerlo En grupo me iría mejor
Chonfluns: En grupo me iría mejor,	Uno puede estar centrado en una idea
I: ¿Sí? ¿Y eso por?	Otra persona puede proponer una idea
Chonfluns: Por bueno, por lo que dije, uno puede estar centrado en una idea, por ejemplo y puede no funcionar. Y el resultado saldrá con otra idea de otra persona que ojalá estuviese en el mismo grupo y en los casos en que no salga, bueno, habrá que buscar ayuda.	Si no sale habrá que pedir ayuda

Tabla 2.15: Ejemplo Grupo temático En el trabajo grupal

Contribuciones a resolver el problema

Un punto importante que se destacó fue el grupo temático acerca de qué ideas podrían contribuir en camino a resolver el problema. Dada la estructura de los problemas, la respuesta general fue la de *intentar matraquear el problema*, es decir, intentar desarrollar algebraicamente la expresión que tienen adelante, junto con ello se menciona la intención de recurrir al apunte como un primer acercamiento para poder conocer los contenidos necesarios para abordar el problema.

I: ¿Igual podrías contribuir con alguna idea? ¿Se te ocurre algo?	
Úrsula: Eh... Yo creo que sí, empezaría <i>intentar separar las cosas</i> para hacer una matraca y <i>ver si se me hace más fácil</i> , pero como <i>al ojo no sé si llegaría a algo correcto</i> .	Intentaría separar las cosas Vería si se hace más fácil Al ojo no sé si llegaría a algo correcto
I: Y esa contribución, eso que se te ocurre, ¿Crees que podría servir al grupo?	Si está malo, sirve para disminuir caminos
Úrsula: Por último, <i>si está malo, serviría para disminuir los caminos de las soluciones</i> .	

Tabla 2.16: Ejemplo Grupo temático Contribuciones a resolver el problema

“Las dos corrientes de resolución”

Algo que llamó la atención en este bloque estructural fue que a la hora de consultar cómo resolverían este problema, se presentaron dos actitudes principales. Una de ellas negativa, que sugiere que los estudiantes no sabrían cómo lograr resolver el problema y necesitarían ayuda inmediatamente luego de una lectura de este. La otra positiva, en que se expone que los estudiantes piensan que podrían resolver este problema, sin embargo el factor tiempo no permitiría que fuese así en una situación a tiempo acotado como una evaluación. Estas dos actitudes también se mencionan en el bloque estructural anterior refiriéndose a un problema cualquiera.

2.2.4. Conociendo el grupo

En este bloque estructural, la división se basó en la interacción que el estudiante manifestaba haber vivido al colaborar con el grupo que se le indicaba. Los grupos temáticos que se generaron se muestran a continuación:

bloque estructural	Conociendo al grupo	
Grupos temáticos	Distensión del estudiante en el grupo	Actitud del otro hacia el grupo
Voz del estudiante	“Hemos trabajado juntos, podríamos trabajar bien”	“Espero que mis compañeros también aporten”

A diferencia del punto anterior, en esta parte de la entrevista a los estudiantes se les pregunta sobre cómo se desempeñarían trabajando con un grupo predeterminado para la sesión. En este caso las preguntas no estuvieron necesariamente relacionadas con el problema recién señalado.

Distensión del estudiante en el grupo

Al consultar sobre cómo podrían desarrollar una sesión de RP con el grupo que les fue asignado, los estudiantes mencionan que les iría bien o que al menos podrían sacar adelante el problema que se les ponga en frente. Un factor que conlleva esta respuesta es que algunos de ellos mencionaron que eran compañeros de grupo conocidos o con quien ya habían trabajado junto, lo que conlleva un factor de confianza que refuerza la posibilidad de expresar ideas incluso en el caso en que estas no sean útiles en el desarrollo y puedan ser rebatidas por el resto. Por ejemplo, Amanda expone que *“Yo creo que porque mientras más se conocen, entre comillas, porque tampoco es necesario que sea entre amigos, es más fácil desenvolverse y expresar lo que uno siente. Porque entre personas desconocidas, generalmente la gente no suele decir lo que piensa”*.

I: Ahora, si estuviéramos con un problema cualquiera, no necesariamente este de la clase. Supongamos que tu grupo va a ser el primero ese (indica grupo), ¿Cómo crees que trabajarías con ese grupo?

Amanda: O sea, es que igual **va de la mano, pienso yo, con la confianza** y un poco del conocimiento que se obtenga del grupo. ... Al principio yo creo que sería, que como en todos los RPs han sido personas distintas, siempre al principio era como “nadie habla” y está todos calladitos y después **uno empieza de a poco a soltarse** y después ya es más fácil.

Va de la mano con la confianza

Uno empieza a soltarse

Tendemos a reservarnos

I: ¿Y tú pensarías que eso es más por timidez a la otra persona?

Amanda: Sí, es que al no conocerlas es como que **todas las personas tendemos a reservarnos** y nadie quiere quedar como tonto si habla, ese es el tema.

Tabla 2.17: Ejemplo Grupo temático Distensión del estudiante en el grupo

Actitud del otro hacia el grupo

Otro de los grupos temáticos a destacar es aquel en que los estudiantes se refieren a la actitud que toman sus otros compañeros en el grupo. De las palabras de los mismos estudiantes, aquello que más se espera de sus compañeros es la disposición a trabajar y el hecho que todos están en una situación común de base: “*Estamos todos en una sesión de RP con el fin de aprender*”, como menciona Hilda en la entrevista.

2.2.5. Después de la clase

En el último bloque estructural, las preguntas iban enfocadas en cómo se desarrolló la clase de RP que recién habían tenido, cuáles fueron sus logros durante la clase, qué dificultades tuvieron que enfrentar y cómo fue el trabajo colaborativo que se desarrolló. Además de esto, las últimas preguntas buscaban proyectar a futuro esta situación y cómo se verían enfrentados a una evaluación gracias al desarrollo de la clase de RP. Los grupos temáticos que surgieron de este bloque se muestran a continuación:

Bloque estructural	Después de clase		
Grupos temáticos	Coevaluación actual	Autoevaluación actual	A futuro
Voz del estudiante	“Estábamos perdidos y totalmente pegados con el problema”	“No creo haber aportado más que lo que hicieron mis compañeros”	“Viendo mi desempeño actual, no creo que me vaya muy bien”

Tabla 2.18: Grupos temáticos Después de clase

Pasada la sesión de RP, se hizo una segunda parte de la entrevista en que se les pregunta cómo fue el desarrollo recién sucedido. Acá las preguntas tienen dos enfoques principales: Cómo se vieron durante la sesión y cómo se vieron junto a sus compañeros como grupo.

Coevaluación actual

Este grupo temático agrupa las respuestas sobre el desempeño que se tuvo como grupo durante la sesión recién ocurrida. Se destaca que, aunque en todas las instancias los estudiantes dicen que pudieron terminar el problema que se les mostró al inicio de la entrevista, fue un problema que les costó y requirieron la ayuda del equipo docente. Se menciona que uno de los factores fue que al empezar a hacer el problema “*estaban perdidos y totalmente pegados*”. Sin embargo, las estrategias expuestas para cada problema llevaron a un resultado satisfactorio.

I: ¿Cómo le fue a tu grupo después de la sesión?

E: Me costó mucho hacer el primer ejercicio porque era muy largo, más de cómo pensarlo. Teníamos que hacer cierta cosa muy específica y después había una matraca enorme más de lo que había pasado.

I: Pero en general, no sólo del problema que habíamos visto.

E: Al final, después de intentar, porque ambos tenían como harta matraca. Al final logramos llegar a una respuesta que se iba achicando. (inaudible) Era muy largo, tenía como cinco casillas de una ecuación, entonces estábamos muy complicados con eso.

Me costó mucho hacer el primer ejercicio porque era muy largo

El grupo aportó más que yo

No sabía los argumentos de lo que teníamos que resolver

I: ¿Cómo fue el proceso de resolver?

E: Honestamente, las chiquillas aportaron más que yo, porque yo no sabía cómo resolver ese. . . no sabía como los argumentos de lo que teníamos que resolver y como la matraca estaba muy compleja, teníamos diferentes números de repente y teníamos que ir viendo en qué nos íbamos equivocando.

Tabla 2.19: Ejemplo Grupo temático Autoevaluación actual

Autoevaluación actual

En el grupo temático dedicado a la autoevaluación después de la clase, algunos de los estudiantes se ponen a la altura del resto del grupo (como un punto de comparación) y mencionan haber tenido un desempeño similar. Otros dicen que el desempeño del grupo fue mejor que el propio, exponiendo que su capacidad a la hora de abordar el problema fue baja, pero que finalmente lograron comprender el desarrollo que se llevó a cabo.

I: ¿Cómo le fue a tu grupo después de la sesión?

E: Me costó mucho hacer el primer ejercicio porque era muy largo, más de cómo pensarlo. Teníamos que hacer cierta cosa muy específica y después había una matraca enorme más de lo que había pasado.

I: Pero en general, no sólo del problema que habíamos visto.

E: Al final, después de intentar, porque ambos tenían como harta matraca. **Al final logramos llegar a una respuesta** que se iba achicando. (inaudible) Era muy largo, tenía como cinco casillas de una ecuación, entonces **estábamos muy complicados con eso**.

Al final logramos llegar a una respuesta

Estábamos muy complicados con eso

Teníamos que ir viendo qué nos equivocábamos.

I: ¿Cómo fue el proceso de resolver?

E: Honestamente, las chiquillas aportaron más que yo, porque yo no sabía cómo resolver ese. . . no sabía como los argumentos de lo que teníamos que resolver y como la matraca estaba muy compleja, teníamos diferentes números de repente y **teníamos que ir viendo en qué nos íbamos equivocando**.

Tabla 2.20: Ejemplo Grupo temático Autoevaluación actual

A futuro

En este grupo temático se expone, ya habiendo pasado por la sesión, cómo se verían en una situación hipotética de una evaluación con problemas similares a los de esa clase. Los estudiantes exponen que el desempeño a futuro no sería relativamente bueno. Sin embargo, el haber pasado ya por la sesión de RP les da retroalimentación para poder enfocar el estudio ante una próxima evaluación, lo que permite reconocer sus puntos débiles a mejorar.

I: SI hubiese algún problema como este, en un control hipotético mañana, ¿Cómo creen que les iría como grupo?	
E: Yo creo que ahí no más. Hoy día no fuimos los más brillantes, así que nos iría maoma no más. Yo creo que nos falta estudio, así teórico.	Como grupo nos iría ahí no más No fuimos los más brillantes
I: Y si, no necesariamente este problema, pero problemas como los que han tenido durante las sesiones de todos los RP, ¿Cómo crees que les iría en un hipotético control mañana?	Nos iría maoma no más Con fe no más
E: Ah sí, yo creo que sí. Salvamos. Con fe no más.	

Tabla 2.21: Ejemplo Grupo temático A futuro

2.2.6. Comentarios

La última pregunta que se les hizo a los participantes fue la de expresar su opinión, sobre la entrevista, la metodología, aquello que quisieran contar. La mayoría de los estudiantes se refirieron a su visión sobre la Metodología de RP en los cursos que han tenido en su primer año en la Universidad y a las condiciones en que se aplica esta.

RP puro como metodología

Este grupo temático hace referencia a la mirada que tienen los estudiantes sobre la metodología de RP de la manera en que se ha aplicado en los cursos a los cuales pertenecen. Las respuestas son positivas, considerando a la metodología bastante útil pues permite la organización del trabajo personal gracias a la ejercitación constante, además que genera un mayor manejo de las preguntas con el repaso de tópicos y la disponibilidad de un monitor quien genere discusión y esté a disposición de los estudiantes a la hora de consultar.

I: Y lo último, observaciones generales, comentarios sobre la entrevista, sobre RP...	Me gusta el RP
César: A mí me gusta el RP , siento que es muy útil en especial para aquellos que no se nos da el tiempo para estudiar por nuestra cuenta , en especial para aquellos que trabajan o no, estar en RP les da el manejo con las preguntas que podrían llegar a preguntar y con la materia. Yo creo que es bien útil.	Es muy útil para quienes no tenemos tiempo de estudiar por nuestra cuenta Estar en RP da manejo con las preguntas Es bien útil

Tabla 2.22: Ejemplo Grupo temático RP puro como metodología

Alternativas al RP

Junto con una mirada positiva hacia el RP, se genera este segundo grupo temático en que los estudiantes exponen su opinión a mejoras o alternativas a la metodología de la forma en que se desarrolló para sus cursos. Los dos puntos principales que se exponen son que el RP sin contenidos de base, ya vistos en otras instancias del curso, puede ser una alternativa muy pesada, pues no presentarían dominio o conocimiento de los contenidos de la asignatura. El otro punto es que se sugiere la implementación de una metodología mixta que incluya sesiones auxiliares, en que se enseñen heurísticas necesarias para abordar los problemas de las sesiones de RP y usar éstas como momento de ejercitación de los contenidos y del uso de estas heurísticas.

I: Bueno, lo último son observaciones, consultas, comentarios de la entrevista, o de RP en general...	
E: A mí el RP me gustó mucho, siento que hace como trabajar constantemente, todas las semanas, aunque esa semana sea como ‘oh, esta semana es control de álgebra, entonces yo sólo estudio álgebra’, pero sé que en el RP igual voy a repasar siempre los temas de cálculo y me gusta, me gusta más que el auxiliar y el próximo año espero tomar un RP. Siento que igual sería bueno tener una mezcla de los dos, auxiliar y RP , porque en el auxiliar te enseñan cómo hacer los ejercicios y en RP uno los hace. Y eso.	Sería bueno auxiliar y RP En Auxiliar te enseñan a resolver ejercicios En RP uno los hace

Tabla 2.23: Ejemplo Grupo temático Alternativas al RP

A partir de los resultados presentados anteriormente, se sintetizó la informaciones por los

estudiantes en un relato de un personaje ficticio llamado Ernesto, estudiante de la facultad quien describe cómo logra desarrollar y desenvolverse durante una sesión de RP, así como el pensamiento que desarrolla a partir de esto:

El relato de Ernesto

Ernesto es un estudiante de ingeniería que se encuentra cursando por segunda vez el curso de Introducción al Álgebra. Entró a la Escuela de Ingeniería y Ciencias de la Universidad de Chile en marzo de 2019, después de haber dado una buena PSU, lo que logró gracias a su esfuerzo y a la buena educación que recibió de su colegio, un particular subvencionado de orientación católica de la comuna de San Bernardo.

Ernesto sale de su casa temprano como todos los miércoles y camina a la Escuela, se dirige a su clase de intro al álgebra que se realizará en el zócalo del edificio principal de la escuela. En el camino viene pensando que en este tiempo ha tenido una evolución positiva en el ámbito académico, pues aun cuando fue bien drástico el cambio al entrar a ingeniería, de creer saber mucho a que “todo podía ser refutado por mis profesores”, ahora siente que ha tenido un crecimiento, que sabe más matemática y que sigue en proceso de aprender más. Se siente estable en su desempeño y autopercepción, le fue bien en el control 1 y siente que está dominando la situación.

Ya avanzado el semestre, piensa en su estado actual, le vienen a la memoria su etapa escolar, donde se sentía autorrealizado. El cambio principal fue la profundidad con que se enseñan los contenidos en la universidad y la velocidad que se necesita para asimilar estos, con el compromiso propio de poder rendir una buena evaluación. También recuerda el semestre pasado y la evolución positiva que tuvo este semestre, partiendo de la fuerte merma en sus calificaciones debido al ritmo acelerado de la educación superior hasta ya entrado el segundo semestre, en el cual está logrando asimilar la carga académica y los contenidos de los cursos que reprobó, así reconciliándose con la asignatura.

Llegó más temprano que de costumbre al zócalo, el que todavía estaba desierto. Prendió las luces, se sentó en una mesa y pensó *¿qué pasaría si tuviera que resolver un problema solo? Depende del problema. . . -se dijo a sí mismo- creo que me iría bien o tal vez más o menos, así es como me ha resultados en las clases de RP. En cambio, si trabajo en grupo para resolver el problema, podré aportar ideas al grupo para el desarrollo del problema. Según la experiencia que he tenido -seguía reflexionando- mis aportes han tenido diferentes efectos, algunos han servido otros no, pero han permitido encausar el proceso de resolución y en algunos casos mis aportes ha sido mínimos.*

Sintió deseos de tomar un café y decidió ir por uno a la cafetería. Mientras esperaba que lo atiendan -por la hora había harta gente- pensaba que tenía suerte, que podría trabajar en grupo para resolver problemas, pues lo sentía como un apoyo. Cuando subía las escaleras se encontró con una compañera de la sección, quien le comentó que tenía preferencia por el trabajo grupal. *Permite que se genere discusión de las ideas que plantea cada uno -decía su compañera- y eso ayuda a llegar a una respuesta*

conjunta que sea suficientemente sólida y que sea entendible por todos los participantes del grupo. Ernesto no podía estar más de acuerdo con lo que decía su compañera.

Llegando a la sala, nuevamente se encontró solo, pero sobre una mesa había un montoncito de papeles fotocopiados, con el primer problema que resolverían esa mañana. Sacó apurado un enunciado, antes que llegara el auxiliar. Mirando el problema, Ernesto pensó que sería difícil para él resolverlo, sentía que podría intentar dar un paso en la resolución, pero que necesitaría un empujón de parte de los auxiliares para poder sacar adelante el problema. Estaba pensando en ello, cuando vio que bajaban por las escaleras dos compañeros conversando, lo que le recordó que no estaría solo resolviendo el problema. Pensó que trabajando en grupo sería mucho mejor. La idea de discutirlo, enfrentando ideas y poniendo en la mesa otros métodos de resolución que puedan llevar a la respuesta le dejó más tranquilo. Seguro tendrían que intentar *matraquear* el problema, es decir, intentar desarrollar algebraicamente la expresión que tienen adelante, junto con ello recurrir al apunte como un primer acercamiento para poder conocer los contenidos necesarios para abordar el problema.

Ya llegaban sus compañeros, saludándose entre ellos, muchos con cara de sueño, también saludaban a los auxiliares y al profesor que llegó a la sala. Algunos estudiantes permanecían en la tarima y al frente de la sala, esperando que los formen en grupos. Ernesto seguía sentado esperando, con el problema enfrente de su mirada. Se le cruzaban pensamientos negativos. *No sabremos como resolver el problema y necesitaremos ayuda inmediatamente luego de una lectura de este.* También piensa que sí podrían resolver este problema, y ahí pensó que *El factor tiempo no me permitirá que sea así en una situación a tiempo acotado, como en una evaluación.*

Ahora Ernesto ya estaba instalado en otra mesa, con Luis, Amanda y otra compañera cuyo nombre no recuerda. Se saludaron en forma muy alegre, haciendo algunos chistes sobre la hora y lo que les había costado para llegar a la hora a clases. Ernesto pensó que les iría bien o que al menos podrían sacar adelante el problema que se les puso en frente, especialmente porque ya habían trabajado juntos, lo que conlleva un factor de confianza que refuerza la posibilidad de expresar ideas incluso en el caso en que estas no sean útiles en el desarrollo y puedan ser rebatidas por el resto. Amanda decía: *Yo creo que, porque mientras más se conocen, entre comillas, porque tampoco es necesario que sea entre amigos, es más fácil desenvolverse y expresar lo que uno siente. Porque entre personas desconocidas, generalmente la gente no suele decir lo que piensa.* Ernesto estaba contento de trabajar con este grupo por la actitud de sus compañeros y compañeras en el grupo, por su disposición a trabajar y el hecho que todos están en una situación común de base. Hilda, su otra compañera dice: *Estamos todos en una sesión de RP con el fin de aprender, y se pusieron a trabajar en el problema.*

El tiempo pasó muy rápido y Ernesto se encontraba caminando hacia Beauchef 851 con Luis para su próxima clase. *Pudimos terminar el problema uno -le dice Ernesto a Luis- nos costó harto y tuvimos que pedir ayuda -a lo que Luis replica- al empezar a hacer el problema estábamos perdidos y totalmente pegados, sin embargo,*

las estrategias que fueron saliendo permitieron resolver el problema de buena manera, estuvo bien. Ernesto se despide de Luis para entrar en la B01 y se sienta en segunda fila, todavía le da vuelta la clase de RP, especialmente su participación en el grupo. Piensa que está a la altura del resto del grupo, que tuvo un desempeño similar a sus compañeros en el problema uno, aunque en el dos el desempeño del grupo fue mejor que el propio, pues su capacidad de abordar el problema fue baja, pero que finalmente logró comprender el desarrollo que se llevó a cabo. Pensando en una hipotética evaluación con problemas similares a los de esa clase, piensa que tal vez su desempeño no sería muy bueno. Pero también piensa, y se tranquiliza: *Haber pasado por la sesión de RP de hoy me da retroalimentación para poder enfocar el estudio ante una próxima evaluación, lo que me permite reconocer mis puntos débiles a mejorar.*

Ya de vuelta en su casa, después de las actividades típicas del miércoles, mientras tomaba once piensa en la metodología de RP que le tocó en este semestre. Encuentra que es positiva, que es una metodología bastante útil pues permite la organización del trabajo personal gracias a la ejercitación constante, además que genera un mayor manejo de las preguntas con el repaso de tópicos y la disponibilidad de un auxiliar quien genere discusión y está a disposición de los estudiantes a la hora de consultar. Aun así -piensa Ernesto- la metodología se podría mejorar, que no se realicen clases con la materia, aun cuando sea curso de repitentes, es una alternativa muy pesada, pues siente que no domina o conoce los contenidos de la asignatura. Ayudaría también, la implementación de una metodología mixta que incluya clases auxiliares, en que se enseñen heurísticas necesarias para abordar los problemas de las sesiones de RP y usar éstas como momento de ejercitación de los contenidos y del uso de estas heurísticas. Dando un último sorbo a su café, escuchó en la radio que la U había ganado el clásico universitario, lo que lo puso contento y se dispuso a revisar la materia de física.

2.3. Discusión

Uno de los aspectos importantes que mencionan los estudiantes es que en clases de RP logran desenvolverse mejor cuando se conocen con sus compañeros de curso. En este caso es interesante mencionar esto pues los estudiantes no tienen un grupo permanente durante el semestre, sino que se genera aleatoriamente en cada sesión. Como mencionan “Yo creo que, porque mientras más se conocen, entre comillas, porque tampoco es necesario que sea entre amigos, es más fácil desenvolverse y expresar lo que uno siente. Porque entre personas desconocidas, generalmente la gente no suele decir lo que piensa”, lo que muestra una confianza que se genera con el paso del semestre en expresar sus ideas durante la clase de RP. Junto con ello, citando a otro estudiante “Permite que se genere discusión de las ideas que plantea cada uno”, es decir, RP es visto por los estudiantes como una alternativa en que se permite un intercambio de ideas entre sus pares.

Si bien los estudiantes manifiestan que no necesariamente tienen la autonomía para desarrollar el problema de la sesión, en sus palabras “No sabremos como resolver el problema y necesitaremos ayuda inmediatamente luego de una lectura de este”; la sesión de RP, les per-

mite focalizar los esfuerzos académicos en sus asignaturas, como mencionan “Haber pasado por la sesión de RP de hoy me da retroalimentación para poder enfocar el estudio ante una próxima evaluación, lo que me permite reconocer mis puntos débiles a mejorar”.

Un aspecto positivo que también mencionan es “me gusta el RP, siento que es muy útil en especial para aquellos que no se nos da el tiempo para estudiar por nuestra cuenta, en especial para aquellos que trabajan o no”, pues les permite dedicarle tiempo al estudio que no podrían compatibilizar de otra manera, con lo que destacan RP como metodología de estudio. Por otro lado también mencionan otras alternativas al RP, como dice uno de los estudiantes “Siento que igual sería bueno tener una mezcla de los dos, auxiliar y RP, porque en el auxiliar te enseñan cómo hacer los ejercicios y en RP uno los hace”, donde mencionan que podría complementarse la metodología de clases expositivas con clases de RP para conocer cómo se desarrollan algunos problemas y luego ejercitar durante las sesiones de trabajo colaborativo.

Capítulo 3

Conclusión

3.1. Conclusiones Generales

Esta tesis presenta un primer estudio de índole exploratorio sobre los cursos RP en la Escuela de Ingeniería y Ciencias. En su parte cuantitativa se aborda el tema de las creencias en Matemáticas y su Autorrealización, y en su parte cualitativa se abordan las experiencias en las clases de RP desde la voz de los estudiantes.

En el primer capítulo fue posible identificar cambios en los cursos de RP, para los cursos considerados en el estudio durante el semestre Otoño 2019. Estos cambios no van en la dirección que se habría deseado en cuanto a efectos o impactos positivos de las clases RP. Algunos de estos pueden ser atribuidos al momento en que se tomaron las muestras post, por el propio desgaste del semestre, y al hecho que los estudiantes de Cálculo Diferencial e Integral Otoño y los del semestre primavera habían repetido al menos un curso. Conjeturando alrededor de esto, es posible que el paso por un curso RP haga que el estudiante se de cuenta de sus propias debilidades en el ramo que está cursando.

Especial es el caso de la dimensión sobre Autorrealización Académica, donde todos los cursos RP bajan significativamente. También se produjo una baja en los grupos control pero esta no fue significativa según los tests realizados. Esta baja puede deberse al paso por el semestre y al desgaste natural durante el periodo académico como se mencionó arriba. Esto vuelve a mencionarse en las entrevistas realizadas, donde al preguntar por su desempeño al resolver un problema de manera individual se caracterizaba por una actitud un tanto pesimista donde indicaban que al momento de la entrevista, sus habilidades o conocimientos no bastaban para un resolver un problema.

En la línea de lo anterior, los estudiantes entrevistados manifestaron gusto por la metodología RP y que se impulsara el trabajo colaborativo pues les permitía percatarse de un espectro mayor de sus habilidades con el fin de enfocar su desarrollo y estudio personal y por otro lado, generar una instancia dedicada exclusivamente al estudio, que fue bien valorada en especial por estudiantes quienes tenían problemas para dedicarle otro momento a la asignatu-

ra. Además de esto se valora el trabajo colaborativo por aspectos como la confianza entregada por sus pares y la posibilidad de estar en cercanía con gente que tuviera experiencia, en este caso, los monitores del curso. Un tema que levantan algunos estudiantes es la posibilidad de generar instancias mixtas entre trabajo colaborativo tipo RP y clases expositivas de manera de complementar problemas ya resueltos con otros que sean ellos quienes los resuelvan, así tener una base antes de enfrentarse a un problema de manera personal.

Si bien los estudiantes manifiestan interés por la metodología RP, no es evidente el impacto positivo generado por esta en su capacidad académica. Esto puede deberse a que esta metodología RP efectivamente no genera el aspecto positivo deseado o puede ser debido a las dimensiones que se decidió analizar en este estudio y el enfoque utilizado, además de otras características externas de índole nacional que generaron disrupción en el semestre, como fue el estallido social.

3.2. Trabajo a futuro

Se espera que este estudio permita una exploración en mayor profundidad de las características, fortalezas y debilidades de la aplicación de la metodología de Resolución de Problemas en estudiantes de la Escuela de Ingeniería y Ciencias. Factores externos no analizados como el paso del tiempo o las características de los instrumentos de utilizados para el levantamiento de información, pueden ser un buen insumo a considerar en futuras investigaciones para saber si tienen influencia en las creencias sobre las matemáticas o su disposición al trabajo colaborativo.

La metodología de clases RP se ha seguido implementando en tiempos de pandemia en la Escuela de Ingeniería y Ciencias. Sin embargo, la implementación ha sufrido cambios porque las clases no han sido presenciales y las actividades colaborativas han ocurrido a través de la plataforma Zoom. Sería interesante investigar esta modalidad tanto del punto de vista de los estudiantes como de los profesores.

Bibliografía

- [Ávalos and Matus, 2010] Ávalos, B. and Matus, C. (2010). La formación inicial docente en Chile desde una óptica internacional: Informe nacional del estudio internacional IEA TEDS-M. *Santiago de Chile: Ministerio de Educación*.
- [Celis, 2019] Celis, S. y Orellana, A. (2019). De más a menos: Decaimiento de la asistencia durante el semestre en licenciaturas de ingeniería y ciencias. *XXXII Congreso Chileno de Educación en Ingeniería 2019, SOCHEDI, llevado a cabo en Talca, Chile*.
- [Cerdeira et al., 2017] Cerdeira, G., Pérez, C., Giacconi, V., Perdomo Díaz, J., Reyes, C., and Felmer Aichele, P. (2017). The effect of a professional development program workshop about problem solving on mathematics teachers' ideas about the nature of mathematics, achievements in mathematics, and learning in mathematics.
- [Creswell, 2002] Creswell, J. W. (2002). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative*. Prentice Hall Upper Saddle River, NJ.
- [Felmer et al., 2019] Felmer, P., Perdomo-Díaz, J., and Reyes, C. (2019). The arpa experience in Chile: Problem solving for teachers' professional development. In *Mathematical problem solving*, pages 311–337. Springer.
- [González et al., 2011] González, M. I., Castro, P. J., and Martín, M. E. (2011). Personalidad eficaz en estudiantes chilenos de ingeniería de primer año. *Formación universitaria*, 4(5):3–12.
- [Guttman, 1945] Guttman, L. (1945). A basis for analyzing test-retest reliability. *Psychometrika*, 10(4):255–282.
- [Hu and Bentler, 1998] Hu, L.-t. and Bentler, P. M. (1998). Fit indices in covariance structure modeling: Sensitivity to underparameterized model misspecification. *Psychological methods*, 3(4):424.
- [Kilpatrick, 1987] Kilpatrick, J. (1987). George Polya's influence on mathematics education. *Mathematics Magazine*, 60(5):299–300.
- [Mallery and George, 2003] Mallery, P. and George, D. (2003). *SPSS for windows step by step. 11.0 update*. Allyn & Bacon, Inc.
- [Martín del Buey et al., 2004] Martín del Buey, F., Fernández Zapico, A., Morís, J., Mar-

- cone Trigo, R., and Dapelo Pellerano, B. (2004). Evaluación de la personalidad eficaz en contextos educativos: primeros resultados. *Revista orientación educacional*, 33(34):79–101.
- [Mertens, 2014] Mertens, D. M. (2014). *Research and evaluation in education and psychology: Integrating diversity with quantitative, qualitative, and mixed methods*. Sage publications.
- [Pérez López, 2004] Pérez López, C. (2004). Técnicas de análisis multivariante de datos. *Aplicaciones con SPSS, Madrid, Universidad Complutense de Madrid*, pages 175–177.
- [Polya, 2004] Polya, G. (2004). *How to solve it: A new aspect of mathematical method*. Number 246. Princeton university press.
- [Saldaña, 2015] Saldaña, J. (2015). *The coding manual for qualitative researchers*. Sage.
- [Tabachnick et al., 2007] Tabachnick, B. G., Fidell, L. S., and Ullman, J. B. (2007). *Using multivariate statistics*, volume 5. Pearson Boston, MA.
- [Tatto, 2012] Tatto, M. (2012). Teacher education study in mathematics (teds-m): Technical report. *Amsterdam, NL: International Association for the Evaluation of Student Achievement (in preparation)*.

Anexos

Pruebas de normalidad

Se presentan las pruebas de normalidad usados para el análisis de datos. En verde claro aquellos que sólo cumplían en una de las dos instancias y en verde oscuro aquellas que cumplían en la instancia pre y post.

Introducción al Álgebra Otoño

	Shapiro-Wilk						
	Estadístico	gl	Sig.		Estadístico	gl	Sig.
ara_valid	,885	31	,003	ara_valid_post	,940	31	,082
asa_valid	,953	31	,187	asa_valid_post	,943	31	,099
ap_valid	,893	31	,005	ap_valid_post	,948	31	,139
aar_valid	,888	31	,004	aar_valid_post	,917	31	,019
mrp_valid	,958	31	,251	mrp_valid_post	,922	31	,026
mpi_valid	,934	31	,056	mpi_valid_post	,959	31	,275
mhf_valid	,912	31	,014	mhf_valid_post	,978	31	,763

Tabla 3.1: Prueba de normalidad Shapiro-Wilk. Curso = IA, Tratamiento = Control

	Kolmogorov-Smirnov						
	Estadístico	gl	Sig.		Estadístico	gl	Sig.
ara_valid	,154	50	,005	ara_valid_post	,172	50	,001
asa_valid	,129	50	,036	asa_valid_post	,080	50	,200
ap_valid	,119	50	,073	ap_valid_post	,140	50	,016
aar_valid	,109	50	,195	aar_valid_post	,100	50	,200
mrp_valid	,100	50	,200*	mrp_valid_post	,132	50	,029
mpi_valid	,137	50	,020	mpi_valid_post	,147	50	,009
mhf_valid	,106	50	,200	mhf_valid_post	,096	50	,200

Tabla 3.2: Prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov. Curso = IA, Tratamiento = RP

Cálculo Diferencial e Integral Otoño

	Kolmogorov-Smirnov						
	Estadístico	gl	Sig.		Estadístico	gl	Sig.
ara_valid	,112	106	,002	ara_valid_post	,090	106	,035
asa_valid	,100	106	,011	asa_valid_post	,125	106	,000
ap_valid	,151	106	,000	ap_valid_post	,164	106	,000
aar_valid	,183	106	,000	aar_valid_post	,121	106	,001
mrp_valid	,113	106	,002	mrp_valid_post	,149	106	,000
mpi_valid	,153	106	,000	mpi_valid_post	,121	106	,001
mhf_valid	,089	106	,037	mhf_valid_post	,078	106	,117

Tabla 3.3: Prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov. Curso = CDI, Tratamiento = RP

Ecuaciones Diferenciales Ordinarias Otoño

	Shapiro-Wilk						
	Estadístico	gl	Sig.		Estadístico	gl	Sig.
ara_valid	,920	19	,115	ara_valid_post	,903	19	,055
asa_valid	,980	19	,947	asa_valid_post	,971	19	,806
ap_valid	,902	19	,054	ap_valid_post	,957	19	,521
aar_valid	,954	19	,458	aar_valid_post	,979	19	,936
mrp_valid	,954	19	,464	mrp_valid_post	,830	19	,003
mpi_valid	,901	19	,052	mpi_valid_post	,914	19	,088
mhf_valid	,966	19	,690	mhf_valid_post	,959	19	,553

Tabla 3.4: Prueba de normalidad Shapiro-Wilk. Curso = EDO, Tratamiento = Control

	Kolmogorov-Smirnov						
	Estadístico	gl	Sig.		Estadístico	gl	Sig.
ara_valid	,087	130	,017	ara_valid_post	,110	130	,001
asa_valid	,123	130	,000	asa_valid_post	,101	130	,002
ap_valid	,108	130	,001	ap_valid_post	,138	130	,000
aar_valid	,130	130	,000	aar_valid_post	,170	130	,000
mrp_valid	,092	130	,010	mrp_valid_post	,092	130	,009
mpi_valid	,127	130	,000	mpi_valid_post	,158	130	,000
mhf_valid	,091	130	,010	mhf_valid_post	,103	130	,002

Tabla 3.5: Prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov. Curso = EDO, Tratamiento = RP

Introducción al Álgebra y Cálculo Primavera

	Kolmogorov-Smirnov						
	Estadístico	gl	Sig.		Estadístico	gl	Sig.
sum_ara	,959	33	,248	sum_ara_post	,963	33	,322
sum_asa	,966	33	,377	sum_asa_post	,969	33	,466
sum_ap	,941	33	,073	sum_ap_post	,954	33	,179
sum_aar	,966	33	,384	sum_aar_post	,917	33	,015
sum_mrp	,936	33	,051	sum_mrp_post	,942	33	,076
sum_mpi	,927	33	,029	sum_mpi_post	,972	33	,523
sum_mhf	,967	33	,405	sum_mhf_post	,985	33	,920

Tabla 3.6: Prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov. Curso = IA/IC Primavera, Tratamiento = RP

Cuestionario



Cuestionario de Creencias

Estimado(a) estudiante, la siguiente encuesta forma parte de un estudio que tiene por finalidad conocer las actitudes de los estudiantes de Plan Común al enfrentarse a los cursos de Matemática en la Escuela de Ingeniería. No hay respuestas correctas ni incorrectas, sólo queremos conocer tu opinión.

Esta encuesta será aplicada otra vez al final de curso, por lo que te pedimos llenes los siguientes datos sólo con el fin de relacionar las respuestas. No usaremos datos individuales y toda la información obtenida será confidencial.

¡Tu participación es voluntaria, pero muy importante para nosotros!

SECCIÓN 1: Formulario de datos generales

Por favor completa los siguientes datos como estudiante

1.-Rut:

2. Nombre Completo:

3. Nombre del curso en el que participa:

4. Género: _____ Femenino _____ Masculino _____ Otro

5. ¿Has estado anteriormente en cursos que impartan bajo la metodología RP? _____ Sí _____ No

6. Si la respuesta fue sí, ¿En qué año? ¿En qué cursos has participado?



Sección 2:

1. ¿Hasta qué punto usted está de acuerdo con los siguientes enunciados sobre actitudes personales?

Marque una casilla en cada fila.

	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Indiferente	De acuerdo	Muy de acuerdo
Creo que tendré éxito en mis estudios futuros					
Creo que aprobaré todas las asignaturas de este semestre					
Estudio porque me interesa aprender cosas nuevas					
Estudio porque me gusta superar retos					
Me considero un buen estudiante					
Creo que puedo encontrar una solución a cualquier problema que se me plantee					
Mis éxitos en los estudios se deben a mi esfuerzo					
Mis éxitos en los estudios se deben a mi capacidad					
Nadie me obliga a estudiar, estudio porque quiero hacerlo					
Estudio porque me gusta comprobar que soy capaz de hacerlo					
Creo que seré incapaz de aprobar todas las asignaturas de este semestre					



Hago amigos con facilidad					
Creo que tendré éxito en mis relaciones con los demás					
Mis éxitos en las relaciones con los demás se deben a mi habilidad para hacer amigos					
Mis fracasos en las relaciones con los demás se deben a mi falta de habilidad para hacer amigos					
Creo que soy una persona valiosa para los otros					
Estoy a gusto con mi aspecto físico					
En general me siento satisfecho conmigo mismo					
Me acepto tal y como soy, con mis cualidades y defectos					
Creo que me expreso con claridad					
Mis fracasos en las relaciones con los demás se deben a que no les gusto					
Para tomar decisiones reúno toda la información que puedo encontrar					
Cuando tengo que tomar una decisión planifico cuidadosamente lo que voy a hacer					
Analizo las posibles consecuencias de mis decisiones antes de tomarlas					
Cuando tengo un problema dedico tiempo y esfuerzo para resolverlo					
Cuando tengo un problema intento aprender de esa experiencia					



Quando tengo un problema trato de ver el lado positivo de la situación					
Estudio para sacarme buenas notas					

SECCIÓN 3:

1. ¿Hasta qué punto usted está de acuerdo con los siguientes enunciados sobre la resolución de problemas matemáticos?

Marque una casilla en cada fila.

	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Algo en desacuerdo	Algo de acuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
Las Matemáticas ayudan a solucionar los problemas y tareas cotidianas						
Algunas personas son buenas para las Matemáticas, mientras que otras no lo son						
Ser bueno para las Matemáticas requiere tener una "mente matemática"						
Las Matemáticas significan aprendizaje, recuerdo y aplicación						
Los problemas matemáticos tienen relevancia práctica						
Las Matemáticas son una colección de fórmulas y procedimientos que prescriben cómo solucionar un problema						
En Matemáticas hay muchas cosas que uno mismo puede descubrir y probar						
El trabajo de las Matemáticas requiera de mucha práctica, aplicación de rutinas y estrategias de resolución de problemas						
Para resolver una tarea en Matemáticas hay que conocer el procedimiento correcto, de otra manera uno se pierde						



fcfm

Ingeniería Matemática
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

La habilidad matemática es algo que permanece relativamente fija a través de la vida de la persona						
Los problemas matemáticos se pueden solucionar correctamente de muchas maneras						
Sólo los alumnos más capaces pueden participar en actividades de resolución de problemas que requieren múltiples pasos						
Lo fundamental de las Matemáticas es su rigor lógico y su precisión						
Las Matemáticas son una asignatura en que la habilidad innata es bastante más importante que el esfuerzo						
Si uno se involucra en tareas matemáticas, puede descubrir cosas nuevas (por ejemplo, conexiones, fórmulas, conceptos)						
Las Matemáticas suponen el recuerdo y la aplicación de definiciones, fórmulas, hechos y procedimientos matemáticos						

¡Muchas gracias por su participación!

Entrevistas

- Hola, mi nombre es . . . , quiero agradecer tu tiempo y muchas gracias por dar la entrevista y llegar un poco antes a las clases. Estas respuestas serán analizadas para generar un estudio sobre el impacto de esta metodología en este curso de Esto es confidencial. Tu identidad solamente será revelada a los investigadores. En esta entrevista no ha preguntas personales; solamente están relacionadas con la matemática y con la resolución de problemas. Y esto está siendo grabado. ¿Alguna duda sobre estos puntos?

- Esta entrevista se divide en varias secciones. Las primeras dos secciones se tratan sobre preguntas relacionadas con la resolución de problemas en general – como en la vida –, bajo el supuesto de que trabajas, primero, de manera individual y, después, que trabajas con un grupo. Y también se deben responder de un problema en específico. Después, los otros dos bloques se tratan sobre la resolución de problemas, pero cuando ya tienes un grupo asignado. Por último, en el último bloque, se realizan las preguntas al finalizar la clase y trata sobre la percepción de la clase de hoy, que tuviste con el grupo.

Sección I: Para comenzar la primera sección te haré preguntas sobre tu concepción de la matemática y visión personal de la matemática y la resolución de problemas.

- 1.- En general, pensando en todos los cursos de matemáticas que has tenido -de los que estás cursando actualmente- ¿Cómo te sientes en matemática?
- 2.- ¿Te consideras bueno/a en matemáticas?
- 3.- En este curso – en este semestre- ¿Te consideras bueno/a en matemáticas? ¿Podrías explicar por qué?
- 4.- Si tuvieras que resolver un problema de manera individual, ¿Cómo crees que te iría?
- 5.- Ahora, si tuvieras que resolverlo con un grupo, hoy en clases – con un grupo cualquiera - ¿Cómo crees que te iría?
- 6.- Si tuvieses que resolver un problema con un grupo hoy, ¿Contribuirías con alguna idea?
- 7.- De acuerdo con tu experiencia, ¿Qué tipo de ideas aportas generalmente?
- 8.- Si tuvieras que resolver un problema con tu grupo ¿Crees que tu contribución ayudaría?
- 9.- De acuerdo a sesiones anteriores, ¿Tu contribución ha ayudado a resolver el problema?

Sección II:

(Presentar el problema de la sesión)

- 1.- Si tuvieras que resolver este problema de manera individual ¿Cómo te iría?
- 2.- Si tuvieras que resolver este problema con un grupo cualquiera, hoy en clases ¿Cómo te iría?
- 3.- ¿En qué situación crees que te iría mejor?
- 4.- Si tuvieras que resolver este problema con un grupo hoy en clases, ¿Contribuirías con alguna idea? ¿Podrías describir tu contribución?
- 5.- Si tuvieras que resolver este problema con un grupo en clases, ¿Crees que tu

contribución ayudaría a llegar a la solución? ¿Por qué?

Sección II.5

En esta sección -en la que viene- son preguntas considerando un problema cualquiera, pero son con relación al grupo compuesto por (Indicar personas). Son ellos, con ese grupo vas a trabajar hoy día.

- 1.- Si tuvieras que resolver un problema cualquiera con este grupo, ¿Cómo crees que te iría? ¿Por qué?
- 2.- Si tuviera que resolver un problema cualquiera con este grupo, ¿Contribuirías con alguna idea? ¿Qué tipo de idea?
- 3.- ¿Crees que tu contribución ayudaría? ¿Por qué?

Sección III Preguntas Post-RP

En esta sección te haré preguntas sobre el trabajo realizado y acontecimientos futuros.

- 1.- ¿Cómo le fue a tu grupo?
- 2.- ¿Cómo les fue en el problema que les mostré?
- 3.- ¿Cómo fue este proceso de resolver?
- 4.- ¿Contribuiste con alguna idea? ¿Podrías contarnos cuál fue esta idea?
- 5.- Tu contribución, ¿Ayudó a llegar a la solución?
- 6.- ¿Podrías contarnos cómo contribuyeron tus ideas para llegar a la solución?
- 7.- Si problemas de este estilo - no los mismos, por como los vistos a lo largo del curso – estuvieran en un control mañana, ¿Cómo crees que te iría? ¿Por qué?
- 8.- Si problemas de este estilo – del estilo del curso – estuvieran en un control mañana, ¿Cómo crees que les iría a tus compañeros? ¿A tus compañeros del grupo de hoy?
- 9.- Por ejemplo, hoy día tú, en el desarrollo de la clase, ¿Crees que tuvieron un desempeño similar todos en el grupo?
- 10.- ¿Alguna observación o consulta sobre la entrevista? ¿Comentario?