

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE LA SANTÍSIMA CONCEPCIÓN
FACULTAD DE EDUCACIÓN**



**IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGIA FLIPPED
CLASSROOM EN LA ASIGNATURA DE CÁLCULO
DIFERENCIAL DIRIGIDO A ESTUDIANTES DE INGENIERÍA
CIVIL INFORMÁTICA**

POR: DENISE DEYANIRA CHAMORRO MANRIQUEZ

**Informe presentado a la Facultad de Educación de la Universidad Católica de
Santísima Concepción para optar al grado académico de
Magíster en Educación Superior**

DIRECTOR DE TESIS: Dr. HUGO ALVARADO MARTÍNEZ

NOVIEMBRE 2018
CONCEPCIÓN, CHILE

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia, quiero expresar mi sincero agradecimiento a mi director de tesis Dr. Hugo Alvarado, por su constante motivación y paciencia. Ha sido un privilegio contar con su guía y apoyo.

A la profesora Marcela Torrejón que fue participe de este proyecto y colaboró con sus valiosas observaciones y sugerencias.

A mi familia y en especial a mi madre.

A Dios, por su infinito e incondicional amor.

Finalmente, destacar que este trabajo ha sido parte del proyecto Fondo de Apoyo a la Docencia (FAD 08/2018), del cual agradezco el financiamiento de los diversos materiales y recursos que sustentaron el desarrollo de esta intervención en el ámbito de educación matemática.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
ÍNDICE DE GRÁFICOS	8
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I -----	4
DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA-----	4
1.1 PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
1.1.1 Antecedentes del problema.....	5
1.1.2 Causas y efectos del problema central.....	7
1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA -----	10
1.3 ANTECEDENTES CONTEXTUALES Y BIBLIOGRÁFICOS-----	11
1.3.1 Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs).....	11
1.3.2 Flipped Classroom	12
1.3.3 Enseñanza y Aprendizaje de la Derivada.....	13
1.4 ANTECEDENTES METODOLÓGICOS-----	16
Descripción de los participantes	17
Descripción del instrumento	17
1.5 RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO -----	19
I Motivación.....	19
Motivación: Valoración	20
Valoración: Orientación intrínseca	21
Valoración: Orientación extrínseca	22
Valoración: Valor de la Tarea.....	23
Motivación: Expectativas	24
Expectativas: Control sobre creencias	24
Expectativas: Autoeficacia	25
Motivación: Disposición Afectiva.....	26
Disposición Afectiva: Prueba de Ansiedad	27

II. Estrategias de Aprendizaje	28
Estrategias de Aprendizaje: Estrategias Cognitivas y Metacognitivas.....	29
Estrategias Cognitivas y Metacognitivas: Repetición y Ensayo.....	29
Estrategias Cognitivas y Metacognitivas; Elaboración	31
Estrategias Cognitivas y Metacognitivas; Organización	32
Estrategias Cognitivas y Metacognitivas; Pensamiento crítico	33
Estrategias de Aprendizaje: Autorregulación, metacognoscitiva	34
Estrategias de Aprendizaje: Manejo y gestión de Recursos	35
Manejo y gestión de Recursos; Tiempo y ambiente estudio	36
Manejo y gestión de Recursos: Regulación del esfuerzo	37
Manejo y gestión de Recursos: Solicitud de ayuda	38
Manejo y gestión de Recursos: Aprendizaje de los pares.....	39
CAPÍTULO II	42
DISEÑO DEL PLAN DE INTERVENCIÓN	42
2.1 JUSTIFICACIÓN DEL PLAN DE INTERVENCIÓN.....	43
2.2 PRESENTACIÓN DE LOS OBJETIVOS DE LA INTERVENCIÓN.....	45
2.3 DEFINICIÓN DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN.....	45
2.3.1 Diseño de la enseñanza de la derivada.....	46
2.2.1.1 Estructuración de la enseñanza de la derivada.....	48
2.3.1.2 Temporalización y recursos	49
2.4 ESTRATEGIA EVALUATIVA DEL PLAN DE INTERVENCIÓN	50
2.4.1 Interpretación geométrica de la derivada	50
2.4.2 Problema de máximos y mínimos	60
CAPÍTULO III	68
RESULTADOS ALCANZADOS DE LA INTERVENCIÓN.....	68
3.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	69
3.1.1 ANÁLISIS DE ACTIVIDADES SOBRE LA INTERPRETACIÓN	69
GEMÉTRICA DE LA DERIVADA.....	69
3.1.2 ANÁLISIS DE ACTIVIDADES SOBRE PROBLEMAS DE OPTIMIZACIÓN	

3.2 ANÁLISIS DE LOS CONDICIONANTES DE LOS RESULTADOS DEL PROYECTO	83
3.2.2 Resultados del cuestionario de apreciación de la metodología implementada..	84
Subescala Recurso y Aprendizaje.....	85
Subescala Aprendizaje en el Aula	86
Subescala Valoración de la Metodología.....	88
3.2.2 Resultados de Encuesta de Desempeño Docente en el Aula	94
CAPÍTULO IV.....	96
CONCLUSIONES	96
4.1 Contratación de resultados con los objetivos de intervención	97
4.2 Reflexión y proyecciones de la intervención.....	100
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	102
ANEXOS	108
Anexo 1: MotivatedStrategiesLearningQuestionnaire, en español (MSLQ,e)..	108
Anexo 2: Cuestionario Flipped Classroom.....	112

INDICE DE TABLAS

Tabla I-1 : <i>Escala de motivación</i>	17
Tabla I- 2 : <i>Escala de estrategias de aprendizaje</i>	18
Tabla I-3: <i>Cuadro homologación</i>	19
Tabla I-4 : <i>Subescala Orientación intrínseca</i>	21
Tabla I- 5: <i>Subescala Orientación extrínseca</i>	22
Tabla I-6: <i>Subescala Valor de la Tarea</i>	23
Tabla I-7: <i>Subescala Control sobre creencias</i>	24
Tabla I- 8: <i>Subescala Autoeficacia</i>	25
Tabla I-9: <i>Subescala Prueba de Ansiedad</i>	27
Tabla I-10: <i>Subescala Repetición y ensayo</i>	29
Tabla I-11: <i>Subescala Elaboración</i>	31
Tabla I-12: <i>Subescala Organización</i>	32
Tabla I-13: <i>Subescala Pensamiento Crítico</i>	33
Tabla I-14 A: <i>Subescala Autorregulación, metacognoscitiva</i>	34
Tabla I-15 B: <i>Subescala Autorregulación, metacognoscitiva</i>	34
Tabla I-16: <i>Subescala Tiempo y ambiente estudio</i>	36
Tabla I-17: <i>Subescala Regulación del esfuerzo</i>	37
Tabla I-18: <i>Subescala Solicitud de ayuda</i>	38
Tabla I-18: <i>Subescala Aprendizaje de los pares</i>	39
Tabla II-1: <i>Temporalización de la lección 1</i>	50
Tabla II- 2: <i>Temporalización de la lección 2</i>	50
Tabla III-1: <i>Frecuencias de aciertos de la actividad 1.3 (n = 50)</i>	71
Tabla III-2: <i>Frecuencias de respuestas de la actividad 1.4 (n = 44)</i>	72
Tabla III-3: <i>Frecuencias de aciertos de la actividad 1.6 (n = 26)</i>	73

Tabla III-4: <i>Frecuencias de aciertos de la actividad 1.7 (n = 26)</i>	76
Tabla III-5: <i>Frecuencias de aciertos de la actividad 1.8 (n = 26)</i>	77
Tabla III-6: <i>Frecuencias de aciertos de la actividad 2.2 (n = 44)</i>	79
Tabla III-7 : <i>Frecuencias de aciertos de la actividad 2.4 (n = 56)</i>	80
Tabla III -8 : <i>Frecuencias de aciertos de la actividad 2.5</i>	82
Tabla III-9 : <i>Cuadro homologación</i>	84
Tabla III-10: <i>Subescala recurso y aprendizaje</i>	85
Tabla III-11: <i>Subescala aprendizaje en el aula</i>	87
Tabla III-12 : <i>Subescala valoración de la metodología</i>	88
Tabla III-13 : <i>Detalle de los resultados por pregunta y dimensión</i>	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I-1: <i>Diagrama del árbol del problema</i>	9
--	---

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-1: <i>Escala de motivación</i> -----	20
Gráfico 1-2: <i>Subescala Orientación intrínseca</i> -----	21
Gráfica 1-3: <i>Subescala Orientación extrínseca</i> -----	23
Gráfico 1-4: <i>Subescala Valor de la Tarea</i> -----	24
Gráfico 1-5: <i>Subescala Control sobre creencias</i> -----	25
Gráfico 1-6: <i>Subescala Autoeficacia</i> -----	26
Gráfico 1-7: <i>Subescala Prueba de Ansiedad</i> -----	27
Gráfico 1-8: <i>Escala de Estrategias de aprendizaje</i> -----	28
Gráfico 1-9: <i>Subescala Repetición y Ensayo</i> -----	30
Gráfico 1-10: <i>Subescala Elaboración</i> -----	31
Gráfico 1-11: <i>Subescala Organización</i> -----	32
Gráfico 1-12: <i>Subescala Pensamiento Crítico</i> -----	33
Gráfico 1-13: <i>Subescala Autorregulación Metacognoscitiva</i> -----	35
Gráfico 1-14: <i>Subescala Tiempo y ambiente estudio</i> -----	36

INTRODUCCIÓN

Una problemática consensuada en las Escuelas de Ingeniería en las asignaturas de matemáticas de las ciencias básicas es el alto porcentaje de reprobación, tema que preocupa a los agentes comprometidos en el sistema de enseñanza y aprendizaje. Sin embargo, para lograr disminuir estas cifras es necesario reflexionar en las dimensiones que ocasionan la deserción y baja motivación en los programas de actividad curricular.

En el contexto de la Educación Matemática existe gran interés por investigar la eficacia didáctica en los procesos de estudio del cálculo diferencial, dado que un fenómeno transversal, de este curso de ciencias básicas, es el bajo rendimiento y altas tasas de reprobación de los estudiantes (Moreno, 2017).

La asignatura de Cálculo Diferencial es requisito en asignaturas de Cálculo Integral, Cálculo Vectorial, Ecuaciones Diferenciales, asignaturas de Física y Ciencias de la Ingeniería. En general, esta asignatura considera en su programa cinco unidades de aprendizaje, siendo una de la más importante *la derivada*, objeto matemático de estudio de este proyecto, que aporta múltiples aplicaciones a la ingeniería. Cabe señalar, que la comprensión de este concepto se apoya en conceptos fundamentales tales como: números reales, variable, plano cartesiano, pendiente, ecuación de una recta, límite de una función real, monotonía y extremos relativos.

Esta tesis surge de la necesidad de generar un cambio en la práctica docente, que se ha desarrollado bajo un mismo paradigma tradicional, limitada a clases expositivas en donde el docente es el principal actor responsable de transmitir conocimiento. Por ello es relevante, en este contexto, desarrollar una experiencia de aprendizaje activo que promueva la participación y compromiso de los estudiantes en su aprendizaje, que desarrollen habilidades de trabajo autónomo y de equipo y que, mediante el uso de las tecnologías, motivarlos en la profundización del cálculo diferencial, específicamente en el planteamiento y resolución de problemas relacionados con la aplicación de la derivada.

El propósito de este trabajo consiste en diseñar, implementar y evaluar un programa de intervención del cálculo diferencial con estudiantes universitarios que tenga en cuenta las representaciones algebraicas, computacionales y manipulativas, para evaluar la efectividad del proceso de instrucción. Con el fin de generar condiciones que permitan responder a los desafíos que plantea la formación profesional por competencias a nivel institucional (Plan de Desarrollo Estratégico 2017-2021, UCSC), se desarrolla una experiencia de aprendizaje activo que promueva la participación de los estudiantes en su aprendizaje, las habilidades de trabajo autónomo y de equipo.

En el primer capítulo, se expone una descripción de la problemática, que responde a la importancia de dar una solución a ella, y la importancia de la derivada en el Cálculo Diferencial en el contexto de la ingeniería. Además, se realiza el diagnóstico a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil Informática, que incluye aspectos metodológicos.

En capítulo 2, considerando la problemática didáctica que implica su enseñanza, se describen los objetivos generales y específicos del plan de intervención, en conjunto con las estrategias evaluativas a utilizar. Se selecciona los elementos de significado más apropiados para estos estudiantes y que conformarán el diseño de enseñanza del mismo. Se seleccionan dos lecciones del objeto matemático derivada: la interpretación geométrica de la derivada y problemas de máximos y mínimos.

En capítulo 3, se analiza las dos lecciones mediante una muestra de las actividades desarrolladas en aula en forma individual y grupal por los estudiantes, lo que permite indagar sobre la eficacia de la enseñanza de la derivada. Se evalúa la capacidad de los estudiantes de reconocer y resolver, mediante procedimientos correctos, situaciones prácticas ligadas a la interpretación geométrica de la derivada y problemas de optimización.

El capítulo 4 recoge las conclusiones de la enseñanza y aprendizaje de la derivada en relación a los objetivos propuestos y los alcances e implicaciones de esta intervención.

Esta intervención propone la implementación de un proceso de estudio dirigido sobre las aplicaciones de la derivada cuyos contenidos instruccionales son impartidos con una estrategia no tradicional.

CAPÍTULO I
DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1 PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.1 Antecedentes del problema

La problemática educativa elegida, se enmarca dentro del contexto educativo de la Universidad Católica de la Santísima de Concepción (en adelante UCSC), la cual es una institución tradicional, autónoma y de derecho público.

La UCSC es una institución de Educación Superior dedicada a la formación integral de las personas, así como a la generación y transferencia de conocimiento, en vinculación permanente con su entorno para aportar desde la visión cristiana del ser humano al desarrollo de la comunidad local y nacional. La institución tiene por visión ser un “Centro de Excelencia en la búsqueda del saber e irradiación de la verdad para el bien de la humanidad” (Plan de desarrollo estratégico UCSC, 2017-2021).

En este escenario, el análisis de la problemática se lleva a cabo en la Facultad de Ingeniería de dicha institución universitaria, específicamente en la carrera de Ingeniería Civil en Informática con intervención en la asignatura de Cálculo I. Es importante considerar que el sello de esta carrera es “buscar que el Ingeniero Civil Informático egresado de la UCSC, demuestre un alto desempeño en sus áreas específicas de conocimiento, habilidades personales e interpersonales y en el contexto organizacional y social, según el modelo Concebir, Diseñar, Implementar y Operar sistemas y productos en un mundo real (en adelante CDIO) asumido por las carreras de la Facultad de Ingeniería junto a las competencias genéricas sello establecidas por la Universidad” (Proyecto Curricular, 2018).

Una de las problemáticas específicamente detectadas en la carrera de Ingeniería Civil en Informática de la UCSC, son los bajos rendimientos en el aprendizaje en la signatura de Cálculo I, dicha conclusión fue expuesta en el último Informe de Autoevaluación desarrollado por la carrera en 2017, en el cual se propone, dentro de los planes de mejora, fomentar la aplicación de metodologías activas en las asignaturas de ciencias

básicas consideradas críticas, como es el caso de Cálculo I, cuya tasa de aprobación promedio en los últimos 6 años es del 25%.

La asignatura de Cálculo I se ha desarrollado usualmente bajo un paradigma tradicional, donde las clases son expositivas, los recursos educativos se basan generalmente en el libro de texto y se evalúa principalmente a través de pruebas escritas que favorecen la mecanización de los estudiantes, impidiendo que alcancen un alto nivel de aprendizaje.

Este curso se imparte el primer semestre de formación de pregrado, en todas las especialidades de ingeniería, generalmente en trece secciones de forma paralela. Además, existe un profesor coordinador de la asignatura quien es el encargado de programar el Syllabus del curso, el calendario de evaluaciones, listados de ejercicios, además de velar periódicamente que todos los profesores cumplan con el cronograma establecido.

Finalmente, se puede señalar que el programa del curso de Cálculo I, declara las competencias y resultados de aprendizaje, de acuerdo al modelo CDIO, que es una iniciativa implementada en distintas Escuelas de Ingeniería a nivel mundial. Dicho modelo fue adoptado por la Facultad de Ingeniería de la UCSC; se incluyen, además, las competencias genéricas definidas por la Universidad. Dentro de las Competencias Genéricas (CG) y Niveles de Dominio (N), declaradas en la asignatura de Cálculo I son: CG4: autoaprende y se perfecciona de manera continua y N1: reconoce su propio estilo de aprendizaje e identifica formas y herramientas con las que se aprende. Por otra parte, en las Competencias Específicas y Niveles de Dominio, tenemos: CDIO1: demuestra dominio teórico y práctico de las ciencias básicas en relación al Cálculo básico y N1: conoce los fundamentos teórico-prácticos del cálculo.

1.1.2 Causas y efectos del problema central

Uno de los pilares fundamentales del modelo CDIO que adopta la Facultad de Ingeniería, desde el año 2011, es definir los programas por resultados de aprendizaje, incorporar metodologías activas y fomentar el aprendizaje autónomo en los estudiantes, sin embargo, en el curso de Cálculo I, este modelo no ha sido asimilado por los profesores de esta asignatura, dado que se sigue trabajando de forma tradicional, en general, el profesor no propicia un ambiente en donde el estudiante desarrolle habilidades y competencias para trabajar en equipo y comparta experiencias de aprendizajes.

Dado que los profesores no han incorporado este modelo en sus prácticas, existe una carencia de instrumentos de evaluación en el que además se prioriza la evaluación sumativa y muy poco la evaluación diagnóstica y formativa. En el curso las actividades evaluadas son mayoritariamente desarrolladas a través de pruebas escritas individuales y de desarrollo centradas principalmente en la memoria, conocimiento, comprensión y destrezas algebraicas, estas habilidades corresponden a los niveles más bajos de trabajo cognitivo según la taxonomía propuesta por Bloom (1956).

Por otra parte, las clases son predominantemente magistrales, dado que el profesor o bien no maneja metodologías activas de aprendizaje o no tiene la disposición a utilizarlas en el desarrollo del curso, ya sea por la inversión de tiempo que significa implementar una estrategia no tradicional o por la obligación de cumplir con el syllabus de la asignatura. En consecuencia, en aula se trabaja en actividades descontextualizadas y principalmente algebraicas, lo que produce un enfoque superficial en el aprendizaje, los estudiantes buscan recetas y algoritmos que les permitan desarrollar las pruebas de forma mecanizadas, tal como lo declara los autores Bowden & Marton (2011), bajo este enfoque, los educandos se centran en las fórmulas que se deben usar para la resolución de un problema y como resultado, dado que no se produce un aprendizaje significativo, seguramente los estudiantes fracasarán en el desarrollo de problemas que no solamente necesiten de la memorización.

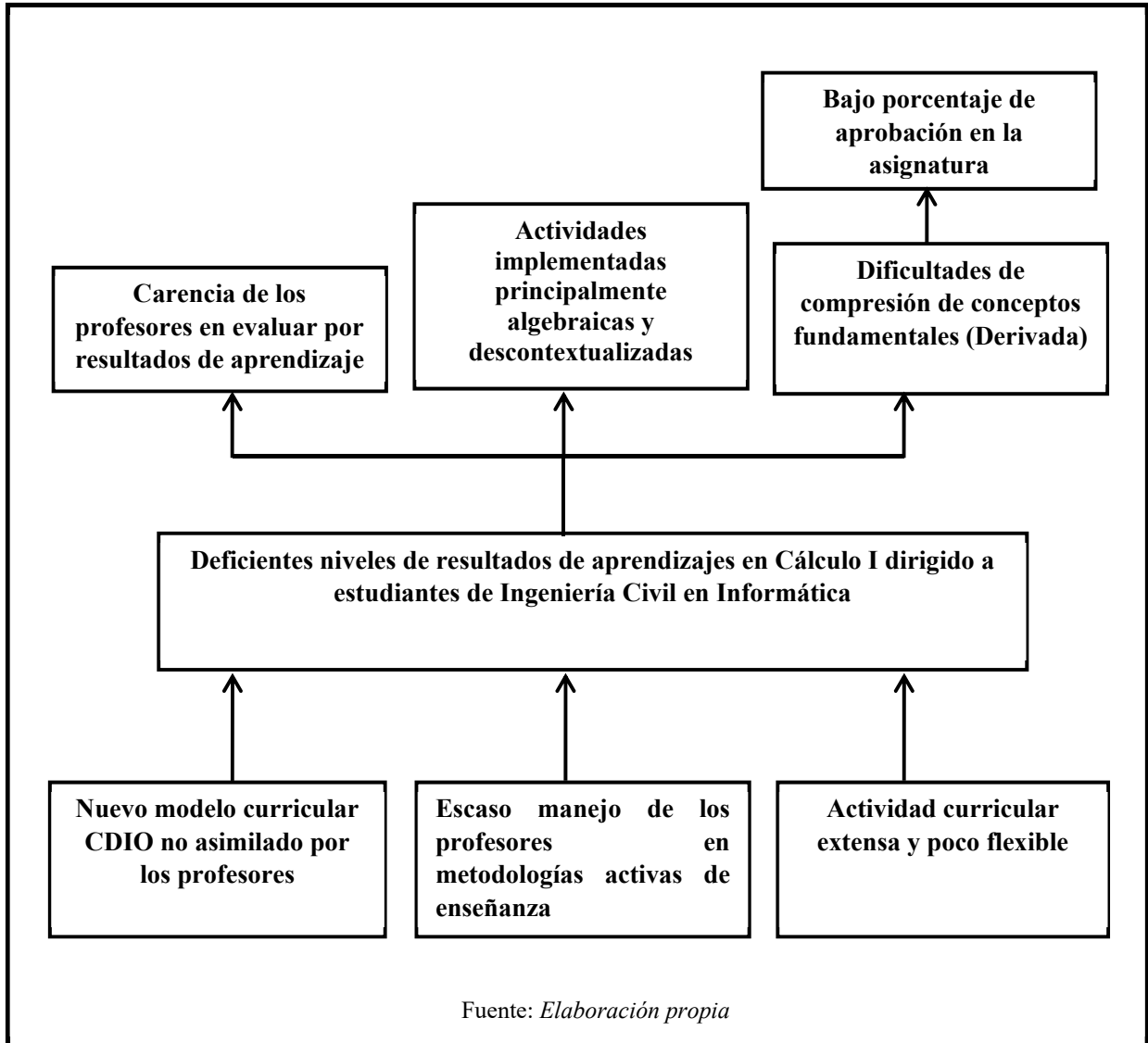
Una causa también a esta problemática es que la actividad curricular es extensa y poco flexible. Este curso se imparte de forma paralela en trece secciones, en donde idealmente todos los docentes deben responder al cumplimiento del cronograma establecido, lo cual esto genera un mínimo de margen para que cada profesor tome decisiones en función a la evaluación que realiza a sus estudiantes respecto al aprendizaje logrado, por lo que, el profesor puede verse impulsado a trabajar bajo un enfoque basado en contenidos.

En relación a uno de los efectos asociados a dicha causa, se evidencia una escasa comprensión de conceptos fundamentales relacionados al cálculo diferencial, por ejemplo, límite, derivada y sus aplicaciones, dado que en el aula poco se potencia la implicación de los estudiantes en su proceso de aprendizaje y se privilegia actividades basadas en contenidos. Por otra parte, existe un alto porcentaje de reprobación en la asignatura y por consecuencia un retraso en la malla curricular de la carrera, como indicador del proceso de enseñanza y aprendizaje (2014-2017), podemos señalar que la tasa de retención de los estudiantes de tercer año es del 32,55%, la tasa de titulación efectiva es del 13,20% y el 2,1% de los estudiantes de Ingeniería Civil en Informática tienen titulación oportuna.

Por último, cabe mencionar que en el reporte inicial de desempeño de los estudiantes de primer año del Programa de Inducción a la Vida Universitaria (PINVU) realizado a comienzo del primer semestre del 2017 y 2018, por el Centro de Acompañamiento al Estudiante (CEADE) de la UCSC, señala que un porcentaje importante de estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil en Informática posee bajo nivel de conocimiento básicos de matemáticas y dificultades de lectura y escritura.

Figura I-1: *Diagrama del árbol del problema*

Proceso de enseñanza y aprendizaje en la asignatura de Cálculo I



1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Una problemática generalizada en las Escuelas de Ingeniería, y en particular en la UCSC, son los bajos rendimientos en las asignaturas de ciencias básicas, lo que implica un retraso en el avance curricular de los estudiantes, esto conlleva a la deserción estudiantil, bajas tasas de retención, titulación no oportuna y retrasos en la culminación de los estudios.

La asignatura de Cálculo I, correspondiente al primer semestre del plan de carrera de Ingeniería Civil, en todas sus especialidades, presenta un bajo nivel de rendimiento, más aún en la especialidad de Informática. En esta asignatura las clases magistrales son predominantes, es por ello que se necesita una renovación pedagógica, para que nuestros estudiantes logren un aprendizaje significativo.

Cabe señalar que este curso es importante no solo porque es prerrequisito para otras asignaturas, por ejemplo, el Cálculo Integral, Cálculo Vectorial, Ecuaciones Diferenciales, sino además por sus múltiples aplicaciones que tiene en los campos de la economía, administración, química, ciencias sociales, estadística y física, solo por nombrar algunos, gracias al cálculo podemos estudiar fenómenos de velocidad, aceleración, problemas de máximos y mínimos, plantear modelos que permitan resolver problemas del mundo real. Es así, que esta asignatura está presente en los planes de estudio de todas las carreras científicas, en particular en Ingeniería, donde es utilizada para proponer un modelo de crecimiento de activos de empresas, resolver problemas de utilidad máxima, costo mínimo, entre otras.

Las principales aplicaciones mencionadas tienen relación específicamente con el estudio de la derivada, el cual es un objeto matemático complejo por los conocimientos previos que necesita manejar el estudiante para la comprensión correcta de este concepto.

Otras de las razones que es importante considerar para abordar la problemática tiene relación con los aspectos afectivos de estudiantes y profesores, pues tal como lo señala

(Gómez, 2000) “en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas: las emociones, actitudes y creencias, actúan como fuerzas impulsoras de la actividad matemática o por el contrario como fuerzas de resistencia al cambio”. Por ello es fundamental plantear innovaciones que ayuden a los alumnos a salir del estado de bloqueo ante la actividad matemática.

Finalmente, el Modelo Educativo Institucional de la UCSC considera un proceso de enseñanza – aprendizaje centrado en el estudiante, donde se considera el uso de metodologías activas de enseñanza y evaluación centradas en el alumno como un criterio práctico de alineamiento con éste.

Por todo lo anterior y considerando además la necesidad de avanzar en la implementación del modelo educativo CDIO en la asignatura de Cálculo I, este proyecto busca introducir una metodología activa en el proceso de enseñanza de este curso, para la carrera de Ingeniería Civil Informática, estrategia conocida como flipped classroom o clase invertida, que se ajusta al proyecto curricular de la carrera y se alinea con el Modelo Educativo Institucional, ya que promueve la participación y la implicación de los estudiantes en su aprendizaje.

1.3 ANTECEDENTES CONTEXTUALES Y BIBLIOGRÁFICOS

En este apartado se tratarán los principales tópicos que permiten abordar la problemática y proyectar las posibles soluciones a ella, es así como se profundizará en temas tales como: tecnologías de la información y la comunicación (TICs), flipped classroom, enseñanza y aprendizaje de la derivada.

1.3.1 Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs)

El desarrollo que ha alcanzado las TICs y el progresivo acceso a la información en este último tiempo, ayuda a que el proceso de enseñanza y aprendizaje sea más eficaz y que

nuestros estudiantes desarrollen habilidades digitales necesarias en la sociedad actual (Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación [DGTIC, 2014]; Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 2013).

Las TICs son una herramienta indispensable en el desarrollo integral de los educandos, ya sea en la incorporación de saberes en forma presencial o virtual, facilitando el trabajo autónomo y colaborativo de los estudiantes (López y Hernández, 2016; Ahumada, 2013).

Por otra parte, debemos tener conciencia del para qué utilizamos las TICs, que sea con propósito claro y que podamos extraer todo el potencial de una herramienta que está al servicio de la enseñanza y aprendizaje y que, usadas de formas eficientes, pueden provocar cambios sustanciales en la educación (Tourón y Santiago, 2015).

1.3.2 Flipped Classroom

Como lo respaldan las investigaciones, flipped classroom es una instancia de aprendizaje que puede ser utilizado de manera eficaz por el profesor en cualquier actividad curricular. La característica principal de esta metodología es que el aprendizaje del estudiante no es solo presencial, sino también fuera de clases, a través del uso de diversos recursos tecnológicos, por ejemplo, videos, y las actividades interactivas se realizan dentro del aula, dichas actividades se pueden diseñar de tal forma que impulsen los procesos de adquisición y práctica de los conocimientos teóricos, fortaleciendo competencias metacognitivas (Tourón y Santiago, 2015).

En los últimos años ha habido un incremento en las investigaciones referentes a la eficacia y percepción de la metodología flipped classroom (González et al., 2017; Martín y Campión, 2015; Sánchez, Solano y González, 2016; Ojando et al., 2016; Torrecilla, 2018) cuyos resultados en general son positivos, los estudiantes declaran satisfacción y motivación luego de implementada dicha estrategia.

También, existen diversos estudios que hablan de las ventajas y desventajas de la metodología flipped classroom. Dentro de los aspectos positivos es que favorece el aprendizaje autónomo, desarrolla hábitos, autorregulación y autogestión, además el estudiante asume un rol más protagónico de su aprendizaje y se interesa más por la clase, el profesor posee más tiempo para individualizar la enseñanza, se respeta el ritmo de aprendizaje de los estudiantes, se promueve la interacción social y la resolución de problemas de forma colaborativa. En contraparte, las desventajas de la clase invertida expuestas en las investigaciones señalan que, algunos estudiantes presentan una resistencia al trabajar por primera vez este modelo, declarando una preferencia por las clases expositivas, se requiere de un tiempo de adaptación a esta metodología cuando los alumnos están acostumbrados a una enseñanza más tradicional; otro punto por destacar es que, si bien los estudiantes usan diariamente la tecnología, muy poco lo utilizan en su proceso de aprendizaje (Aguilera et al., 2017; Gonzáles y Yáñez 2016; Hernández y Tecpan, 2017; Platero, Tejeiro y Reis, 2015; Martín y Tourón, 2017; Núñez y Gutiérrez, I., 2016).

1.3.3 Enseñanza y Aprendizaje de la Derivada

Una de las características principales en la asignatura de Cálculo I es aplicar los métodos matemáticos del cálculo como un elemento esencial en los modelos matemáticos del ámbito de la ingeniería civil. “Al finalizar el curso el estudiante debe ser capaz de comprender y aplicar el concepto de derivada, para luego plantear y resolver problemas de aplicaciones, particularmente de máximos y mínimos” (Programa de Actividad Curricular).

En nuestro contexto, habitualmente presentamos a los estudiantes la versión dogmática de la derivada, donde mezclamos varios de sus enunciados utilizando lenguaje simbólico y gráfico, con débil énfasis en las condiciones para su correcta aplicación. Pino Fan, Godino, Font (2013) declaran que, si bien la derivada es un concepto

fundamental del cálculo, frecuentemente en su enseñanza se enfatiza la adquisición de destreza en la operatoria con derivadas.

Las investigaciones en Matemática Educativa han abordado la comprensión de la derivada en estudiantes de ingreso a la universidad cuyo desarrollo lo han vinculado a la capacidad de relacionar elementos constitutivos del concepto en la resolución de problemas (Sánchez, García y Llinares, 2006). Estudios de Pino-Fan, Godino y Font (2011, 2015) han analizado el conocimiento didáctico-matemático sobre la derivada.

Sánchez, García y Llinares (2006) revisaron y organizaron las aportaciones de las investigaciones hechas en Matemática Educativa para identificar el conocimiento generado y las áreas donde es necesario contribuir con información. Entre las dificultades mencionan: dotar de significado gráfico a la derivada de la función en un punto, al confundirla con la ordenada (Azcarate, 1990); relacionar los modos gráfico, numérico y analítico que se manifiestan en contextos gráficos, cuando los estudiantes solicitan la expresión analítica de la función para resolver determinadas cuestiones (Asiala et al, 1997). Habre y Abboud (2006) atribuyen que las definiciones matemáticas son tradicionalmente analíticas, lo que genera un obstáculo.

Font (2009) analiza las argumentaciones de estudiantes de bachillerato en dos secuencias de actividades para calcular la derivada de la función x^2 en las que no se usa la definición de la función derivada como límite de las tasas medias de variación. Primero, analiza una secuencia de actividades que se inicia con una inducción, continúa con una abducción y termina con una deducción, y luego comienza con la abstracción reflexiva facilitada por el uso de software dinámico y se sigue con una deducción.

Pino-Fan, Godino y Font (2011) describen el significado epistémico global de la derivada utilizando las nociones de configuración epistémica y significado holístico de la derivada.

Pino-Fan, Castro, Godino y Font (2013) presentan una síntesis de la reconstrucción del significado global de la derivada caracterizando el significado pretendido en el

currículo de bachillerato a partir de las prácticas matemáticas propuestas tanto en el plan de estudios como en los libros de texto de dicho nivel.

Londoño, Kakes y Decena (2013) en su trabajo con estudiantes de primer año de licenciatura concluyen que no tienen claridad en cómo desarrollar o llevar a la práctica las definiciones y los teoremas tales como función creciente y decreciente, puntos críticos, así como el criterio de la primera derivada y límites laterales, que se deben implementar para resolver apropiadamente los problemas propuestos. Los estudiantes utilizan tablas y gráficas y no ven como una herramienta importante recurrir a la derivada.

Castro, Cadavid, Pino-Fan (2015) analizan los significados institucionales de la derivada en un curso de matemática universitaria, mediante la descripción de configuraciones epistémicas realizado a 12 exámenes aplicados en un lapso de cinco años y el libro de ejercicios diseñado por un ex profesor para la asignatura.

García y Flores (2016) motivadas por mejorar la comprensión del concepto de la derivada en el curso de Cálculo para estudiantes de primer año de Licenciatura en Matemática, diseñan una situación de aprendizaje para la comprensión de la derivada considerando como ejes directrices la variación y la transición entre registros de representación.

Gutiérrez, Buitrago y Ariza (2017) identificaron en los programas de Ingeniería las siguientes dificultades en el aprendizaje de la derivada: dificultades cognitivas y procedimentales respecto a los conceptos fundamentales de la derivada a partir de la definición del límite; dificultades para abordar la derivada como una razón de cambio, dado que el concepto de la derivada a partir de la definición con límite no se comprende ni se conceptualiza, ni en la misma función ni la derivada en un punto específico $x=c$. Un alto porcentaje de estudiantes identifican las reglas de derivación, pero en el momento de aplicarlas muestran dificultades de tipo algebraico y aritmético.

Balcaza, Contreras y Font (2017) analizaron libros de texto sobre la optimización en el bachillerato mediante configuraciones epistémicas extraídas de los significados

histórico-epistemológicos de la derivada, lo que permitió identificar el sistema de entidades primarias de la actividad matemática puestas en juego en el estudio de un contenido matemático como la optimización en tres libros de texto y detectar conflictos semióticos que pueden dificultar el aprendizaje del alumnado.

Finalmente, la literatura manifiesta resultados preliminares indicando que cuando se realizan sesiones iniciales con uso de tecnologías, sin que se emplee la definición formal de la derivada, son variados los conflictos semióticos que tienen los estudiantes, siendo los más frecuentes en las respuestas: comprender que la derivada de una función en un punto dado A es igual a la pendiente de la recta tangente que intersecta la función en el punto A ; la determinación algebraica de los valores críticos en la optimización de situaciones-problemas; establecer la relación entre la derivada de una función real y su monotonía; y la interpretación de los extremos relativos para la toma de decisión en situaciones de la ingeniería.

En general, se sugiere que el aprendizaje puede hacerse mediante actividades que favorezcan el uso e identificación de objetos matemáticos, sus significados y los procesos involucrados en la solución de tareas matemáticas.

1.4 ANTECEDENTES METODOLÓGICOS

La metodología de diseño, recogida y análisis de datos es de carácter cuantitativo, concretamente se aplicará el instrumento “Motivated Strategies Learning Questionnaire”, adaptado al español (MSLQe) (Donolo & Rinaudo, 2008) (Anexo 1)

Descripción de los participantes

A inicios del primer semestre del 2018 se aplicó este cuestionario a 30 estudiantes de la Carrera de Ingeniería Civil Informática de la UCSC. El promedio de edad de los encuestados es de 19 años.

Descripción del instrumento

El MSLQe es un cuestionario de autoinforme de administración colectiva, diseñado para evaluar orientaciones motivacionales y uso de estrategias de aprendizaje por parte de los estudiantes universitarios. Está basado en una visión cognitiva de la motivación y de las estrategias de aprendizaje. Consta de 81 ítems (afirmaciones) separados en dos grandes secciones: de Motivación y de Estrategias de aprendizaje, de las cuales se desprenden 15 escalas (6 motivacionales y 9 de estrategias de aprendizaje), pudiendo ser usadas juntas o por separada.

La siguiente tabla muestra la estructura del cuestionario.

Tabla I-1 : *Escala de motivación*

Subcomponentes de la escala	Subescalas	Ítems
Valoración	Orientación intrínseca	1,16,22,24
	Orientación extrínseca	7,11,13,30
	Valor de la tarea	4,10,17,23,26,27
Expectativas	Control sobre creencias	2,9,18,25
	Autoeficacia	5,6,12,15,20,21,29,31
Prueba afectiva	Prueba de ansiedad	3*,8*,14*,19*,28*

*Ítem cuyo enunciado está en el orden inverso.

Fuente: *Cardozo, Alicia; (2008)*

La escala de motivación contiene 31 ítems, los cuales se dividen en tres grupos, donde 14 preguntas corresponden a la orientación motivacional intrínseca o extrínseca, la valoración de la tarea, 12 preguntas están relacionadas con el control de las creencias y autoeficacia de los estudiantes. Finalmente, 5 preguntas abordan el tema de ansiedad que sienten los alumnos cuando se enfrentan a una evaluación.

Tabla I- 2 : *Escala de estrategias de aprendizaje*

Subcomponentes de la escala	Subescalas	Ítems
Estrategias cognitivas y Metacognitivas	Repetición y ensayo	39,46,59,72
	Elaboración	53,62,64,67,69,81
	Organización	32,42,49,63
	Pensamiento crítico	38,47,51,66,71
	Autorregulación metacognoscitiva	33*,36,41,44,54,55,56,57*,61,76,78,79
Manejo y gestión de recursos	Tiempo y ambiente estudio	35,43,52*,65,70,77*,80
	Regulación del esfuerzo	37*,48,60*,74
	Solicitud de ayuda	34,45,50
	Aprendizaje de los pares ('peer learning')	40*,58,68,75

*Ítem cuyo enunciado está en el orden inverso.

Fuente: *Cardozo, Alicia; (2008)*

La escala de estrategias de aprendizaje contiene 50 ítems, los cuales se separan en dos grupos, donde 31 preguntas tienen relación con las estrategias cognitivas y metacognitivas que los estudiantes incorporan para adquirir conocimiento y 29 preguntas enfocadas al manejo y gestión de recursos.

La aplicación del instrumento MSLQ se realizó vía online a las dos secciones de la carrera de Ingeniería Civil Informática pertenecientes al curso de Cálculo I, actividad curricular del primer semestre, por medio de la plataforma EVA contestando de forma voluntaria y en un plazo de 2 semanas.

Las respuestas se dan en base a una escala Likert de 7 puntos, en la que los estudiantes eligen una alternativa que más lo identifica, en función de una serie de frases referentes a su forma de pensar, sentir o actuar. Para efectos del presente diagnóstico y su posterior interpretación de resultados, la escala Likert de 7 puntos se ha transformado a su homólogo cualitativo, los cuales se describen a continuación en la Tabla 3:

Tabla I-3: *Cuadro homologación*

Puntaje numérico	Categoría
1 punto	Totalmente en desacuerdo
2 puntos	Muy en desacuerdo
3 puntos	En desacuerdo
4 puntos	Ni en desacuerdo ni en acuerdo
5 puntos	En acuerdo
6 puntos	Muy en acuerdo
7 puntos	Totalmente de acuerdo

Fuente: *Elaboración propia*

Los datos fueron descargados en formato texto (CSV), para luego exportarlos a una planilla Excel 2007 y posterior análisis estadístico descriptivo.

1.5 RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO

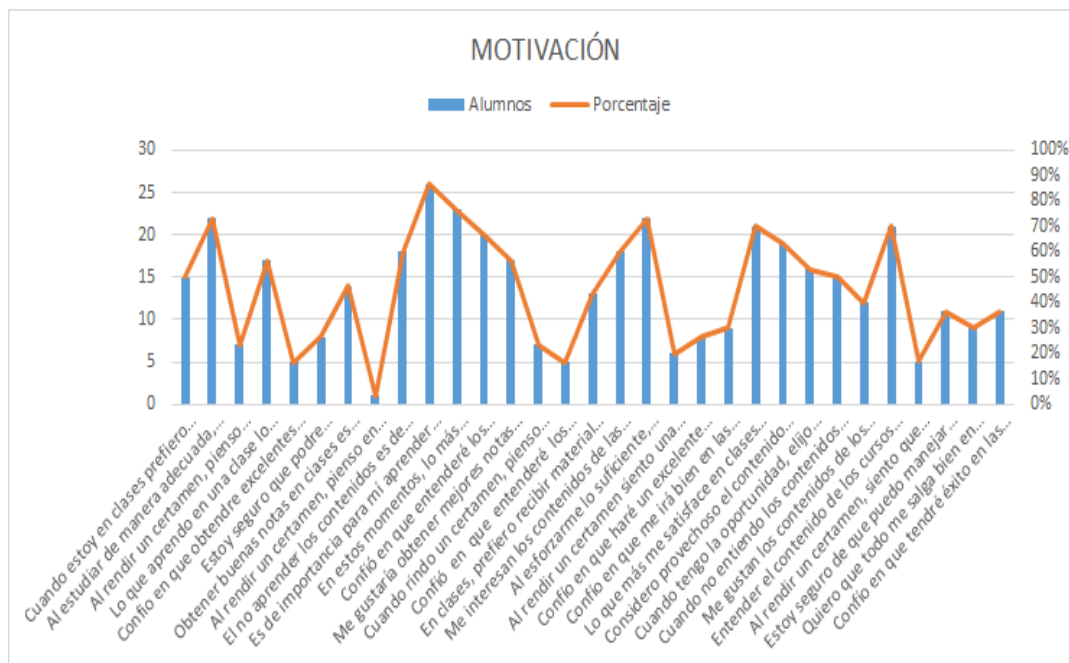
El diagnóstico, fue realizado sobre la base de la información obtenida de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil Informática, perteneciente a la Facultad de Ingeniería de la UCSC y que cursan el primer semestre del primer año de formación profesional. El grupo muestral, estuvo compuesto por 30 estudiantes que pueden ser caracterizados por edad, siendo la media de 19 años.

En este análisis, se agruparán las escalas de acuerdo a las dos grandes secciones que presenta dicho instrumento; comenzamos por la parte Motivacional y luego con la parte de Estrategias de Aprendizaje.

I Motivación

En la escala de motivación cabe mencionar que aquellas preguntas del cuestionario (3, 8, 14, 19, 28) cuya respuesta está con una valoración inversa a la mayoría, fueron invertidas a fin de que las gráficas representen un comportamiento coherente.

Gráfico 1-1: Escala de motivación



Fuente: *Elaboración propia.*

De los resultados obtenidos podemos inferir que en cuanto a la motivación: la autoeficacia y prueba de ansiedad son los puntos más débiles. La descripción que más se acomoda a esta situación es caracterizada por una más que significativa ausencia de preocupación por el comprender sus materias, así como también por los resultados a obtener. En un porcentaje cercano al 50%.

Dentro de la categoría motivación tenemos los subcomponentes: Valoración, Expectativas y Disposición Afectiva, las cuales analizaremos por separado.

Motivación: Valoración

El primer subcomponente que analizaremos es el de la valoración, que está separada en subescalas que son: orientación intrínseca, orientación extrínseca y valor de la tarea.

Valoración: Orientación intrínseca

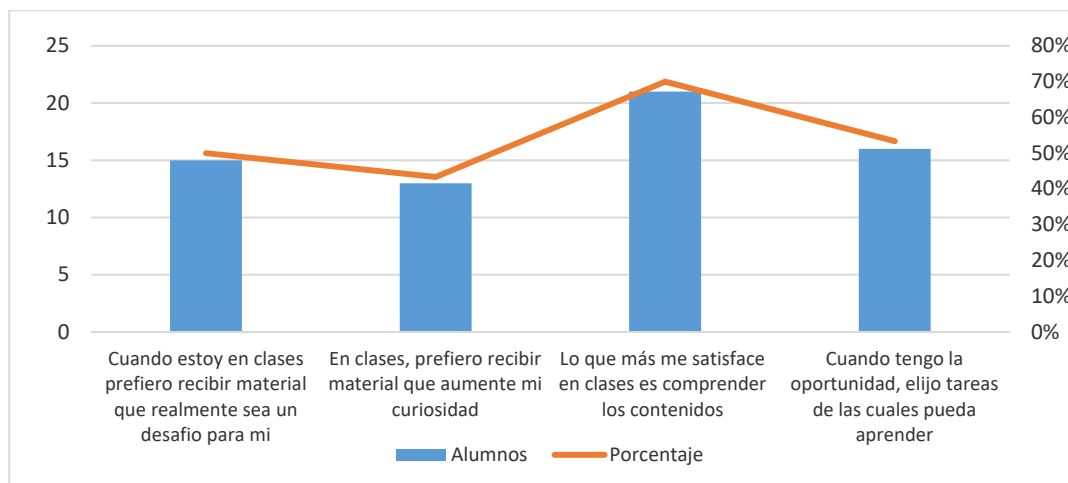
Tabla I-4 : Subescala Orientación intrínseca

Preguntas	1	16	22	24
	Cuando estoy en clases prefiero recibir material que realmente sea un desafío para mí, ya que así aprendo cosas nuevas	En clases, prefiero recibir material que aumente mi curiosidad, incluso si es difícil de aprender	Lo que más me satisface en clases es comprender los contenidos lo más profundamente posible	Cuando tengo la oportunidad, elijo tareas de las cuales pueda aprender, a pesar de no estar seguro si obtendré un buen rendimiento
Alumnos	15	13	21	16
Porcentaje	50%	43%	70%	53%

Fuente: Cardozo, Alicia; (2008)

Las preguntas de esta subescala tienen relación con la motivación que viene desde el interior de los estudiantes al momento de gestionar su aprendizaje, más allá de las recompensas externas, como por ejemplo la nota.

Gráfico 1-2: Subescala Orientación intrínseca



Fuente: Elaboración propia

Podemos observar que el 43% de los estudiantes está muy de acuerdo o totalmente de acuerdo en preferir material que aumente su curiosidad, incluso si es difícil de aprender, por otro lado, se aprecia que los estudiantes en su gran mayoría (70%) se sienten motivados en clases por comprender los contenidos de forma más profunda. En contraste, vemos que un importante porcentaje (57%) de los encuestados no están suficientemente motivados a recibir y trabajar material que incentive su curiosidad; mientras que un 30% no expresan interés por la comprensión de los contenidos en el transcurso de la clase. Situación similar se manifiesta con la preferencia de tareas que incentiven el aprendizaje, pues solo un 50% elegirían este tipo de tareas.

Valoración: Orientación extrínseca

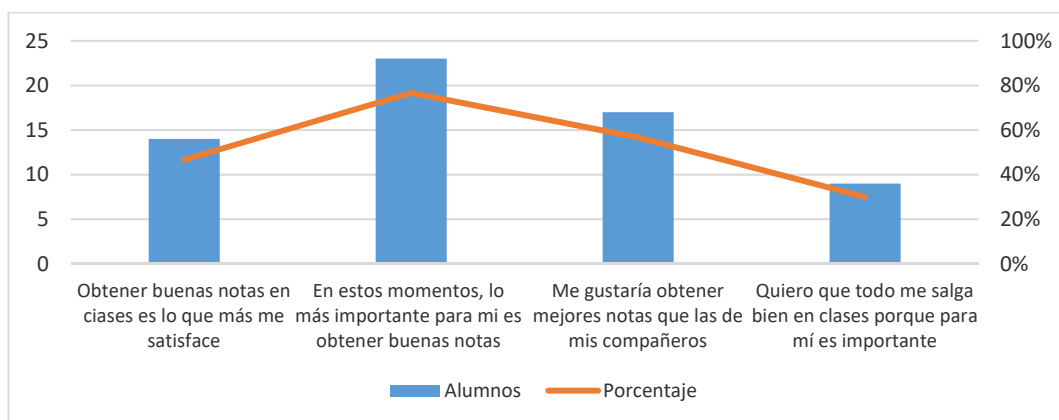
Tabla I- 5: *Subescala Orientación extrínseca*

Preguntas	7	11	13	30
	Obtener buenas notas en clases es lo que más me satisface en estos momentos	En estos momentos, lo más importante para mí es obtener buenas notas para mejorar mi promedio	Me gustaría obtener mejores notas que las de mis compañeros	Quiero que todo me salga bien en clases porque para mí es importante que los demás reconozcan mis habilidades
Alumnos	14	23	17	9
Porcentaje	47%	77%	57%	30%

Fuente: *Cardozo, Alicia; (2008)*

En esta categoría se analiza los factores externos que movilizan a los estudiantes a aprender, por ejemplo, obtener buenas calificaciones.

Gráfica 1-3: Subescala Orientación extrínseca



Fuente: *Elaboración propia*

Con respecto a las contingencias externas que pueden motivar al estudiante, podemos notar que solo el 30% de ellos aprecia que los demás reconozcan sus habilidades, sin embargo, el 77% de los alumnos considera que obtener buenas notas para mejorar su promedio es de gran valor. El “destacarse respecto a los pares” y la “obtención de buenas calificaciones”, no son valorados adecuadamente por los encuestados, ya que el 33% y 70%, respectivamente, no lo consideran como importante.

Valoración: Valor de la Tarea

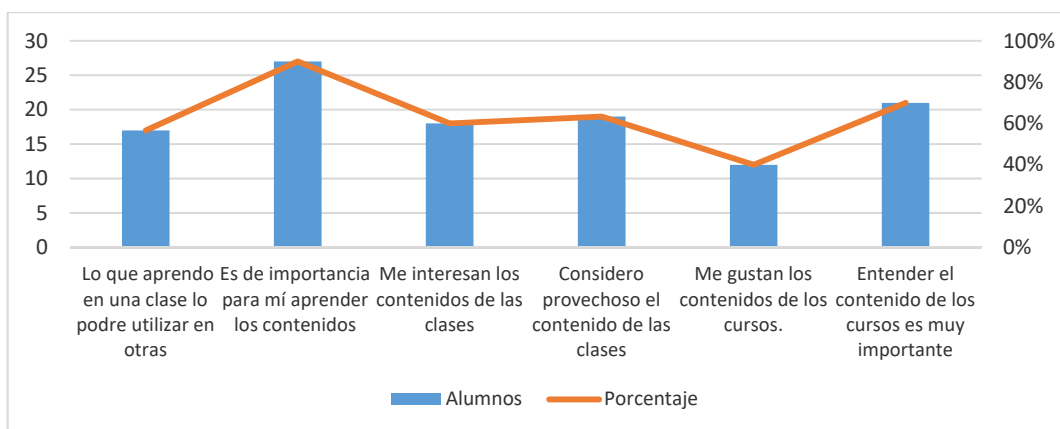
Tabla I-6: Subescala Valor de la Tarea

Preguntas	4	10	17	23	26	27
	Lo que aprendo en una clase lo podré utilizar en otras	Es de importancia para mí aprender los contenidos	Me interesan los contenidos de las clases	Considero provechoso el contenido de las clases	Me gustan los contenidos de los cursos	Entender el contenido de los cursos es muy importante
Alumnos	17	27	18	19	12	21
Porcentaje	57%	90%	60%	63%	40%	70%

Fuente: *Cardozo, Alicia; (2008)*

En este ítem podremos conocer la valoración que hace el estudiante a la tarea que permite reforzar su aprendizaje.

Gráfico 1-4: *Subescala Valor de la Tarea*



Fuente: *Elaboración propia*

En esta categoría podemos ver que para el estudiante es de importancia aprender los contenidos que se imparten en los cursos (90%), pero solo al 40% de ellos les gustan dichos tópicos. Notorio es que un 40% manifiesta escasa o nula valoración por la tarea que realizan.

Motivación: Expectativas

El segundo subcomponente que analizaremos es el de las expectativas, que está separada en subescalas que son: control sobre creencias y autoeficacia.

Expectativas: Control sobre creencias

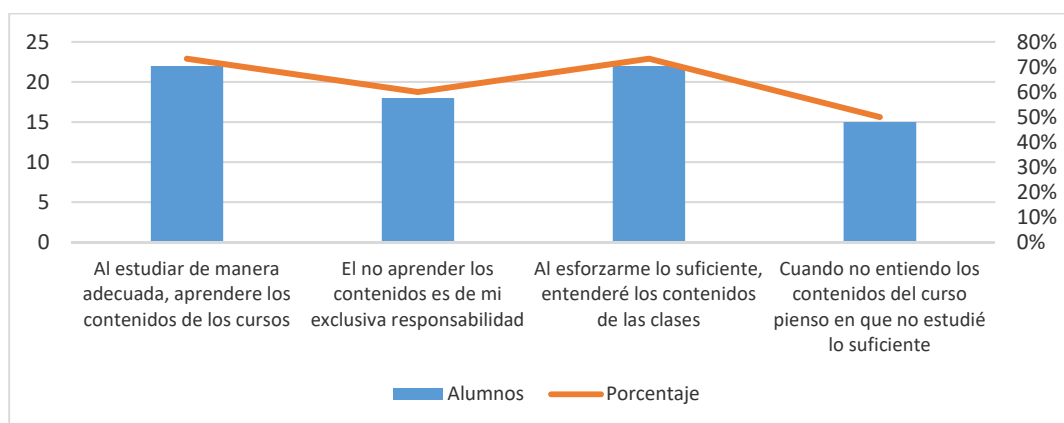
Tabla I-7: *Subescala Control sobre creencias*

Preguntas	2	9	18	25
	Al estudiar de manera adecuada, aprenderé los contenidos de los cursos	El no aprender los contenidos es de mi exclusiva responsabilidad	Al esforzarme lo suficiente, entenderé los contenidos de las clases	Cuando no entiendo los contenidos del curso pienso en que esto es debido a que no estudié lo suficiente
Alumnos	22	18	22	15
Porcentaje	73%	60%	73%	50%

Fuente: *Cardozo, Alicia; (2008)*

En este ítem se analizará la conducta del estudiante en función de sus propias creencias sobre el aprendizaje de los contenidos del curso.

Gráfico 1-5: *Subescala Control sobre creencias*



Fuente: *Elaboración propia*

En esta subescala podemos concluir que en general el control de creencias está por sobre la media. Sin embargo es notorio que un 50% no explica su “no entendimiento de los contenidos” por la falta de estudio.

Expectativas: Autoeficacia

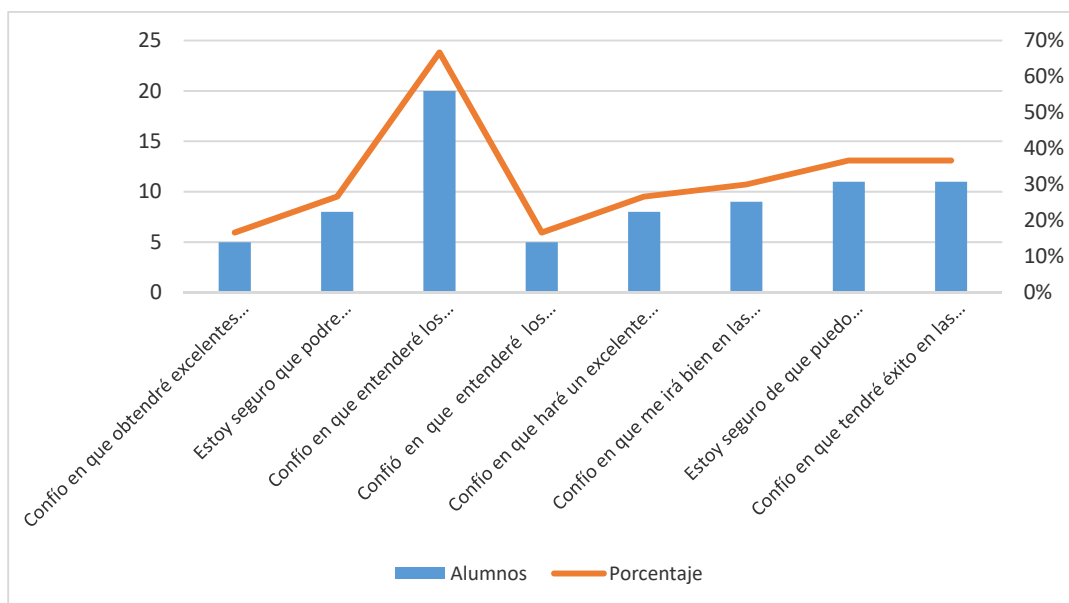
Tabla I- 8: *Subescala Autoeficacia*

Preguntas	5	6	12	15	20	21	29	31
	Confío en que obtendré excelentes notas en las diferentes asignaturas	Estoy seguro que podré comprender los contenidos más difíciles presentados en las lecturas que me asignan	Confío en que entenderé los conceptos básicos enseñados en clases	Confío en que entenderé los conceptos más complejos presentados por los profesores en cada clase	Confío en que haré un excelente trabajo con las tareas y certámenes de cada curso	Confío en que me irá bien en las clases	Estoy seguro de que puedo manejar las tareas impartidas en las clases	Confío en que tendré éxito en las clases, incluso en aquellas de mayor dificultad
Alumnos	5	8	20	5	8	9	11	11
Porcentaje	17%	27%	67%	17%	27%	30%	37%	37%

Fuente: *Cardozo, Alicia; (2008)*

En esta subescala podemos presenciar la confianza y el esfuerzo que transmite el estudiante cuando se enfrenta a una actividad de aprendizaje.

Gráfico 1-6: *Subescala Autoeficacia*



Fuente: *Elaboración propia*

En esta subescala solo el 17% de los estudiantes confía en que obtendrá excelentes notas en las diferentes asignaturas y en el mismo porcentaje confía en que entenderá los conceptos más complejos presentados por los profesores en cada clase. Si unimos esto a que el 67% entendería los conceptos básicos y un máximo de 37% presenta una valoración positiva en las restantes preguntas, podemos decir que hemos identificado una de las componentes de mayor debilidad en esta muestra.

Motivación: Disposición Afectiva

La última subcomponente de la motivación es la disposición afectiva, con una única subescala, Prueba de Ansiedad, que muestra también un alto porcentaje de insuficiencia.

Disposición Afectiva: Prueba de Ansiedad

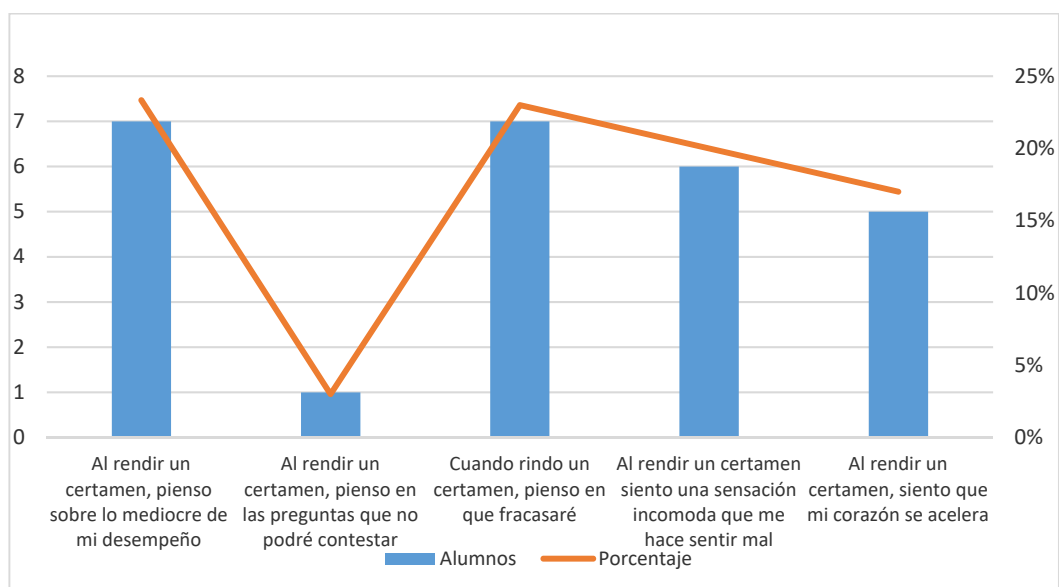
Tabla I-9: Subescala Prueba de Ansiedad

Preguntas	3	8	14	19	28
	Al rendir un certamen, pienso sobre lo mediocre de mi desempeño en comparación con el rendimiento de mis compañeros	Al rendir un certamen, pienso en las preguntas que no podré contestar	Cuando rindo un certamen, pienso en que fracasaré	Al rendir un certamen siento una sensación incomoda que me hace sentir mal	Al rendir un certamen, siento que mi corazón se acelera
Alumnos	7	1	7	6	5
Porcentaje	23%	3%	23%	20%	16%

Fuente: Cardozo, Alicia; (2008)

Es esta última subescala queremos evidenciar cómo se siente el estudiante cuando enfrenta una evaluación, conocer en qué grado se manifiestan sus temores al pensar que pueden fracasar. Todas las preguntas fueron invertidas para su tabulación.

Gráfico 1-7: Subescala Prueba de Ansiedad



Fuente: Elaboración propia

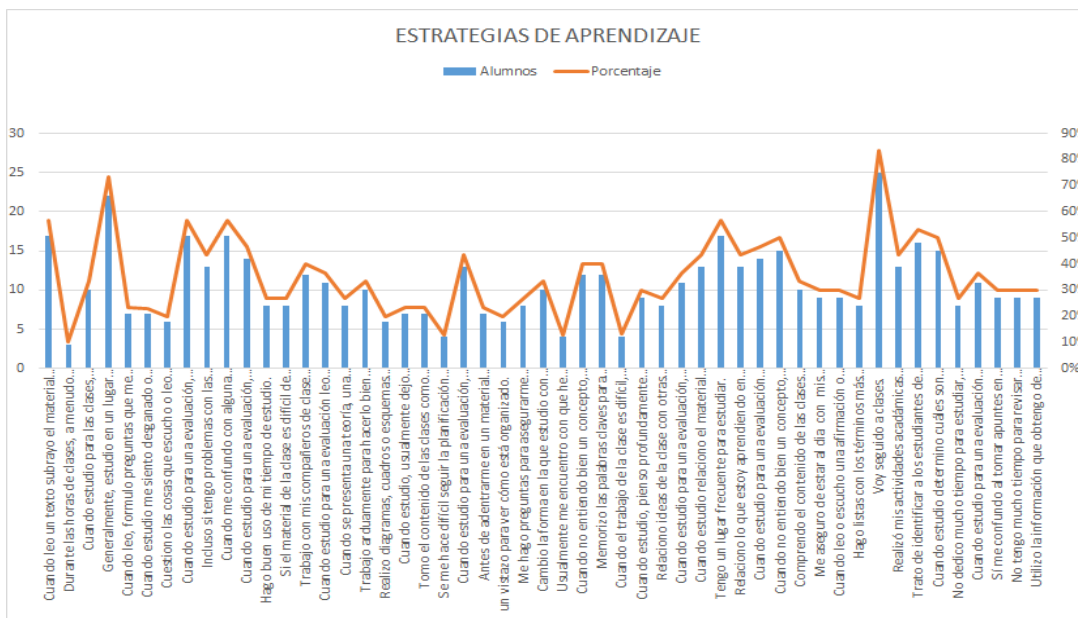
Solo el 23% de los estudiantes está totalmente en desacuerdo o muy en desacuerdo en que al rendir un certamen, piensa sobre lo mediocre de su desempeño en comparación con el rendimiento de sus compañeros y, en el mismo porcentaje que cuando rinde un certamen, piensa en que fracasará. Por otra parte, podemos destacar que solo el 3% de los estudiantes manifestó que está muy en desacuerdo o totalmente de desacuerdo, que al rendir un certamen, piensa en las preguntas que podrá no contestar. Ninguna de las 5 preguntas muestra un comportamiento adecuado, si no que más bien reflejan deficiencia en cuanto a la presencia de la ansiedad natural de quien busca rendimiento.

II. Estrategias de Aprendizaje

En la escala de estrategias de aprendizaje, las preguntas relacionadas con las estrategias de aprendizaje de los estudiantes (52, 57, 77, 80) fueron invertidas a fin de que las gráficas representen un comportamiento coherente.

A continuación, se muestra un resumen de las preguntas referentes a las estrategias de aprendizaje.

Gráfico 1-8: *Escala de Estrategias de aprendizaje*



Fuente: *Elaboración propia*

Del gráfico presentado podemos distinguir que uno de los ítems más bajo es la pregunta “durante las horas de clases, a menudo olvido puntos importantes porque está pensando en otras cosas” afirmación que fue invertida para su tabulación, en concreto, el 10% de los estudiantes está totalmente en desacuerdo o muy en desacuerdo con dicha pregunta, además, el 27% de los encuestados afirma que está totalmente o muy de acuerdo con que se le hace difícil seguir la planificación de su tiempo de estudio. También podemos señalar que 36% de los alumnos se encuentra con que ha estado leyendo un texto, pero no sabe de qué se trata.

Finalmente, como punto más alto del análisis, podemos destacar que el 63% de los estudiantes afirma que va seguido a clases y que el 43% de ellos estudia en un lugar donde se pueda concentrar. De igual forma, dentro de esta categoría, podemos dividirlas en subcomponentes de la escala, como estrategias cognitivas y metacognitivas y manejo y gestión de recursos.

Estrategias de Aprendizaje: Estrategias Cognitivas y Metacognitivas

Este subcomponente está separado en las subescalas: Repetición y Ensayo, Elaboración, Organización, Pensamiento Crítico y Autorregulación Metacognoscitiva.

Estrategias Cognitivas y Metacognitivas: Repetición y Ensayo

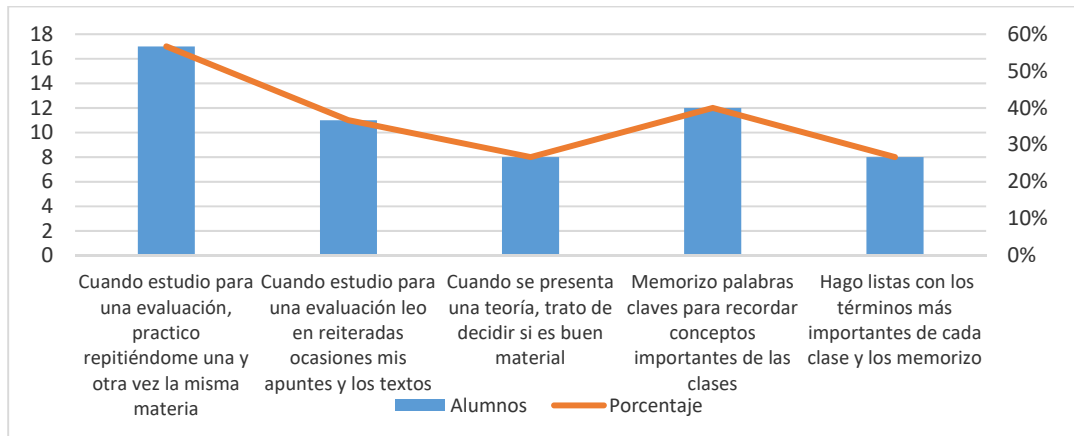
Tabla I-10: *Subescala Repetición y ensayo*

Preguntas	39	46	47	59	72
	Cuando estudio para una evaluación, practico repitiéndome una y otra vez la misma materia	Cuando estudio para una evaluación leo en reiteradas ocasiones mis apuntes y los textos	Cuando se presenta una teoría, una interpretación o una conclusión en las clases o en las lecturas, trato de decidir si es buen material	Memorizo las palabras claves para recordar los conceptos más importantes de las clases	Hago listas con los términos más importantes de cada clase y los memorizo
Alumnos	17	11	8	12	8
Porcentaje	57%	37%	27%	40%	27%

Fuente: *Cardozo, Alicia; (2008)*

En este punto queremos analizar de qué forma el alumno se prepara ante una evaluación, si principalmente predomina una estrategia memorística, utilizando la mecánica por sobre el aprendizaje más profundo.

Gráfico 1-9: *Subescala Repetición y Ensayo*



Fuente: *Elaboración propia.*

Podemos notar que el 27% de los estudiantes está muy de acuerdo o totalmente de acuerdo en que cuando se presenta una teoría, una interpretación o una conclusión en las clases o en las lecturas, trata de decidir si es buen material y en el mismo porcentaje realiza listas con los términos más importantes de cada clase y los memoriza.

Estrategias Cognitivas y Metacognitivas; Elaboración

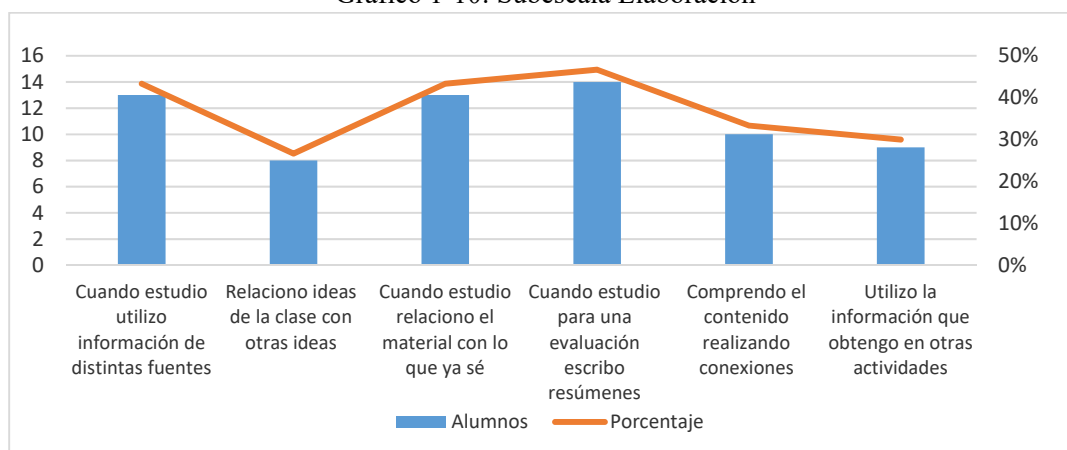
Tabla I-11: Subescala Elaboración

Preguntas	53	62	64	67	69	81
	Cuando estudio para una evaluación, utilizo información de distintas fuentes, tales como lecturas, cátedras y discusiones	Relaciono ideas de la clase con otras ideas cada vez que sea posible	Cuando estudio relaciono el material que leo con lo que ya sé	Cuando estudio para una evaluación escribo pequeños resúmenes con las ideas y conceptos principales de las lecturas	Comprendo el contenido de las clases realizando conexiones entre las lecturas asignadas y los conceptos trabajados en clases	Utilizo la información que obtengo de las lecturas en otras actividades, tales como debates o cátedras
Alumnos	13	8	13	14	10	9
Porcentaje	43%	27%	43%	47%	33%	30%

Fuente: Cardozo, Alicia; (2008)

En este punto analizaremos en qué porcentaje el estudiante articula su aprendizaje con otros tópicos tratados en el curso y si desarrolla estrategias que beneficien su comprensión lectora.

Gráfico 1-10: Subescala Elaboración



Fuente: Elaboración propia

Podemos apreciar que solo el 27% de los estudiantes relaciona ideas de la clase con otras ideas cada vez que sea posible. Además, podemos visualizar que todos los ítems

relacionados con esta subescala están por debajo de la media, es decir, que el estudiante presenta dificultad con articular su aprendizaje con otros temas y posee un bajo nivel de autogestión de su estudio.

Estrategias Cognitivas y Metacognitivas; Organización

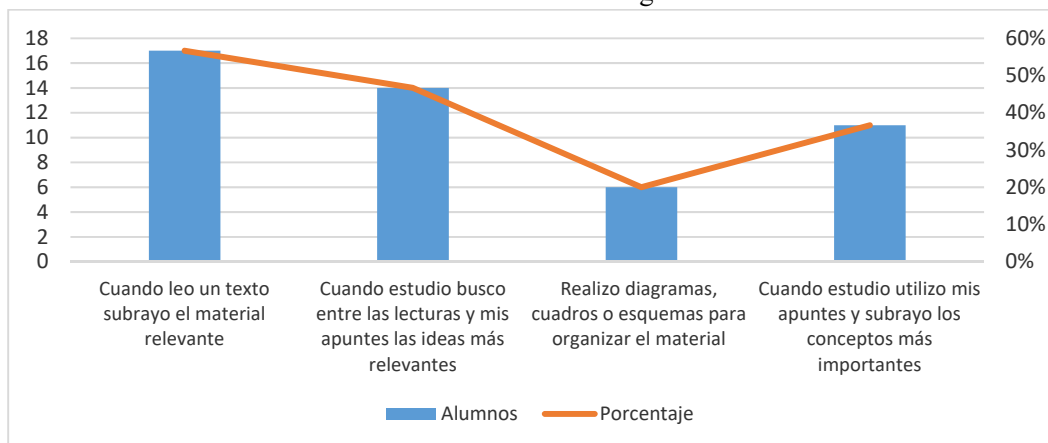
Tabla I-12: Subescala Organización

Preguntas	32	42	49	63
	Cuando leo un texto subrayo el material relevante para organizar mis ideas	Cuando estudio para una evaluación, busco entre las lecturas y mis apuntes las ideas más relevantes	Realizo diagramas, cuadros o esquemas para organizar el material de los cursos	Cuando estudio para una evaluación, utilizo mis apuntes y subrayo los conceptos más importantes
Alumnos	17	14	6	11
Porcentaje	57%	47%	20%	37%

Fuente: Cardozo, Alicia; (2008)

En este ítem se analizará el nivel de organización que tiene el estudiante al momento de preparar una evaluación.

Gráfico 1-11: Subescala Organización



Fuente: Elaboración propia

Podemos observar que, en general, los estudiantes tienen poca organización de sus estudios. El mayor valor lo presenta el subrayar el material, con solo un 57%.

Distinguimos así uno de los aspectos más débiles en cuanto a las estrategias utilizadas por los alumnos.

Estrategias Cognitivas y Metacognitivas; Pensamiento crítico

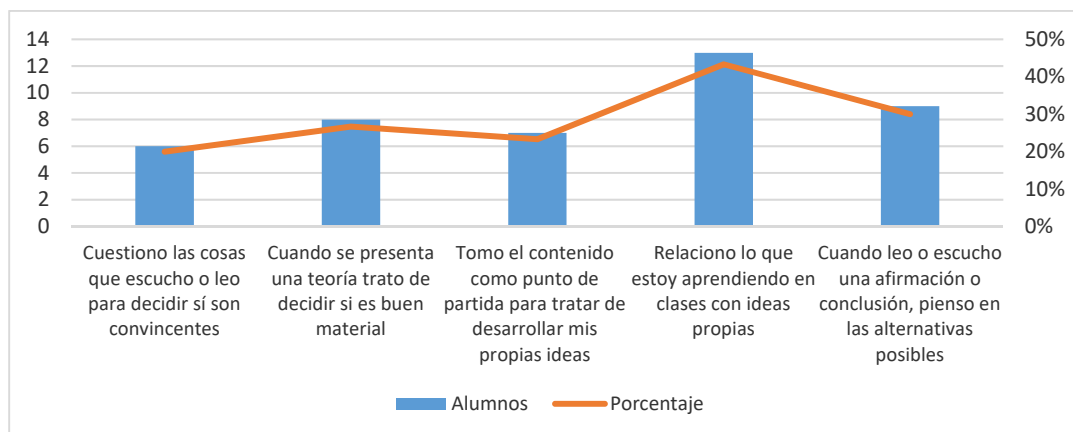
Tabla I-13: Subescala Pensamiento Crítico

Preguntas	38	47	51	66	71
	Cuestiono las cosas que escucho o leo en las clases para decidir si son convincentes	Cuando se presenta una teoría, una interpretación o una conclusión en las clases o en las lecturas, trato de decidir si es buen material	Tomo el contenido de las clases como punto de partida para tratar de desarrollar mis propias ideas al respecto	Relaciono lo que estoy aprendiendo en clases con ideas propias	Cuando leo o escucho una afirmación o conclusión en la clase, pienso en las alternativas posibles
Alumnos	6	8	7	13	9
Porcentaje	20%	27%	23%	43%	30%

Fuente: *Cardozo, Alicia; (2008)*

Las preguntas de esta subescala tienen relación con el pensamiento crítico y en qué porcentaje desarrollan los alumnos esta destreza.

Gráfico 1-12: Subescala Pensamiento Crítico



Fuente: *Elaboración propia*

Vemos que existe un bajo porcentaje de estudiantes que cuestionan y relacionan los contenidos vistos en clases. Distinguimos así otro de los aspectos más débiles en cuanto

a las estrategias utilizadas por los alumnos, que corresponde a “escasa capacidad de crítica”.

Estrategias de Aprendizaje: Autorregulación, metacognoscitiva

Tabla I-14 A: *Subescala Autorregulación, metacognoscitiva*

Preguntas	33	36	41	44	54	55
	Durante las horas de clases, a menudo olvido puntos importantes porque estoy pensando en otras cosas	Cuando leo, formulo preguntas que me ayuden a enfocar mi lectura	Cuando me confundo con alguna lectura, vuelvo a releer el texto para intentar resolver la duda	Si el material de la clase es difícil de entender, cambio la forma de leerlo	Antes de adentrarme en un material nuevo, habitualmente le echo un vistazo para ver cómo está organizado	Me hago preguntas para asegurarme que entendí el material que he estado viendo en clase
Alumnos	3	7	17	8	7	8
Porcentaje	10%	24%	57%	27%	23%	27%

Fuente: *Cardozo, Alicia; (2008)*

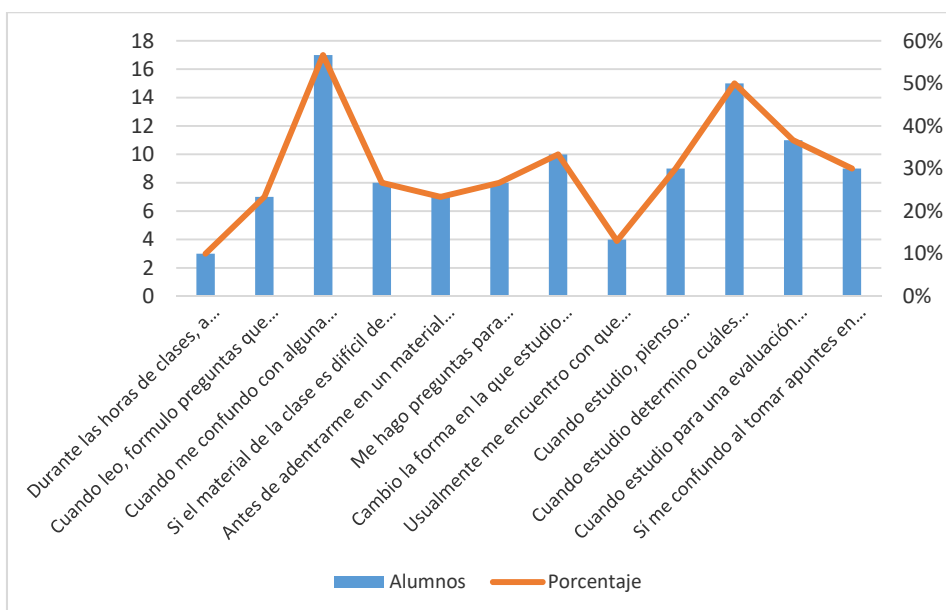
Tabla I-15 B: *Subescala Autorregulación, metacognoscitiva*

Preguntas	56	57	61	76	78	79
	Cambio la forma en la que estudio con el fin de adaptarme a los requerimientos del curso y al estilo del profesor	Usualmente me encuentro con que he estado leyendo un texto, pero no sé de qué se trata	Cuando estudio, pienso profundamente en un aspecto y decido qué es lo que debo leer, más que leerlo todo	Cuando estudio determino cuáles son los conceptos que no entiendo bien	Cuando estudio para una evaluación establezco metas personales para dirigir mis actividades por periodos	Sí me confundo al tomar apuntes en clase, me aseguro de aclarar las dudas después
Alumnos	10	4	9	15	11	9
Porcentaje	33%	13%	30%	50%	37%	30%

Fuente: *Cardozo, Alicia; (2008)*

En este ítem se analizará la autorregulación del aprendizaje y en qué porcentaje influye esta competencia en el desarrollo académico de los estudiantes.

Gráfico 1-13: *Subescala Autorregulación Metacognoscitiva*



Fuente: *Elaboración propia*

Solo el 10% de los estudiantes está totalmente en desacuerdo o muy en desacuerdo con que, durante las horas de clases, a menudo olvida los puntos importantes porque está pensando en otras cosas y el 13% de ellos declara estar totalmente en desacuerdo o muy en desacuerdo en que usualmente cuando se encuentra leyendo un texto, no sabe de qué se trata. Aquí las preguntas 33 y 57 fueron invertidas para su tabulación.

Estrategias de Aprendizaje: Manejo y gestión de Recursos

Este subcomponente está dividido en 5 subescalas que son: Tiempo y Ambiente de Estudio, Regulación del Esfuerzo, Solicitud de Ayuda y Aprendizaje de los Pares.

Manejo y gestión de Recursos; Tiempo y ambiente estudio

Tabla I-16: Subescala Tiempo y ambiente estudio

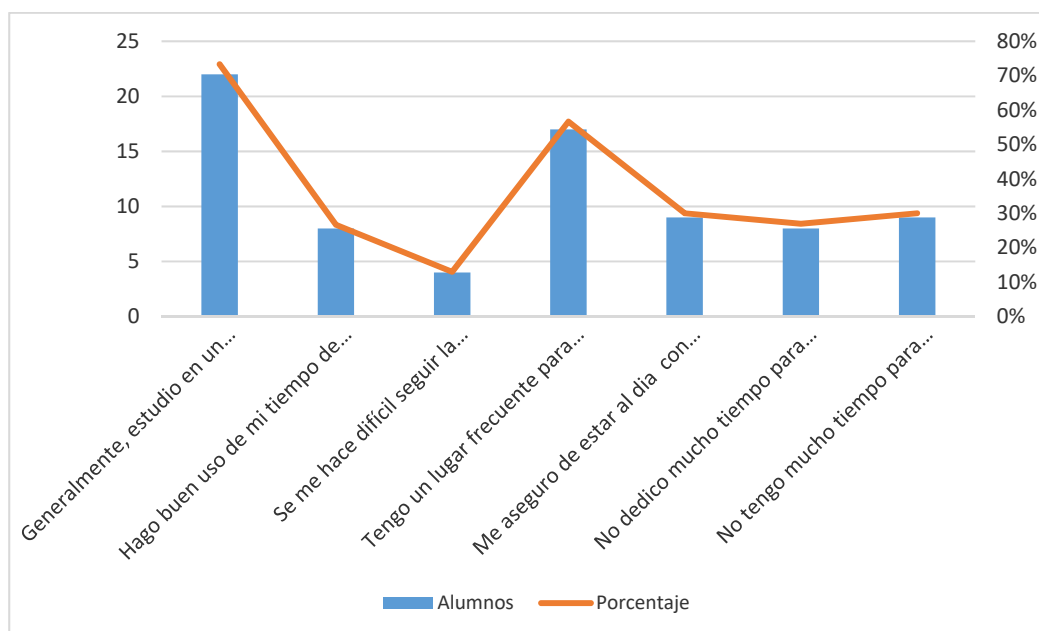
Preguntas	35	43	52	65	70	77	80
	Generalmente, estudio en un lugar donde pueda concentrarme	Hago buen uso de mi tiempo de estudio	Se me hace difícil seguir la planificación de mi tiempo de estudio	Tengo un lugar frecuente para estudiar	Me aseguro de estar al día con mis lecturas y tareas semanalmente	No dedico mucho tiempo para estudiar, debido a que realizo otras actividades	No tengo mucho tiempo para revisar mis apuntes o las lecturas antes de un certamen
Alumnos	22	8	4	17	9	8	9
Porcentaje	73%	27%	13%	57%	30%	27%	30%

Fuente: *Cardozo, Alicia; (2008)*

Con las preguntas referentes a esta estrategia se pretende estudiar la organización del tiempo y ambiente de estudio del estudiante cuando se dispone al estudio.

Las preguntas 52 y 77 fueron invertidas para su tabulación.

Gráfico 1-14: Subescala Tiempo y ambiente estudio



Fuente: *Elaboración propia*

Vemos que solo el 13% de los estudiantes no está de acuerdo en que le es difícil seguir la planificación de su tiempo de estudio y un 27% está totalmente o muy de acuerdo en que hacen buen uso de su tiempo de estudio. Así concluimos que la gestión del tiempo y ambiente de estudio es deficiente.

Manejo y gestión de Recursos: Regulación del esfuerzo

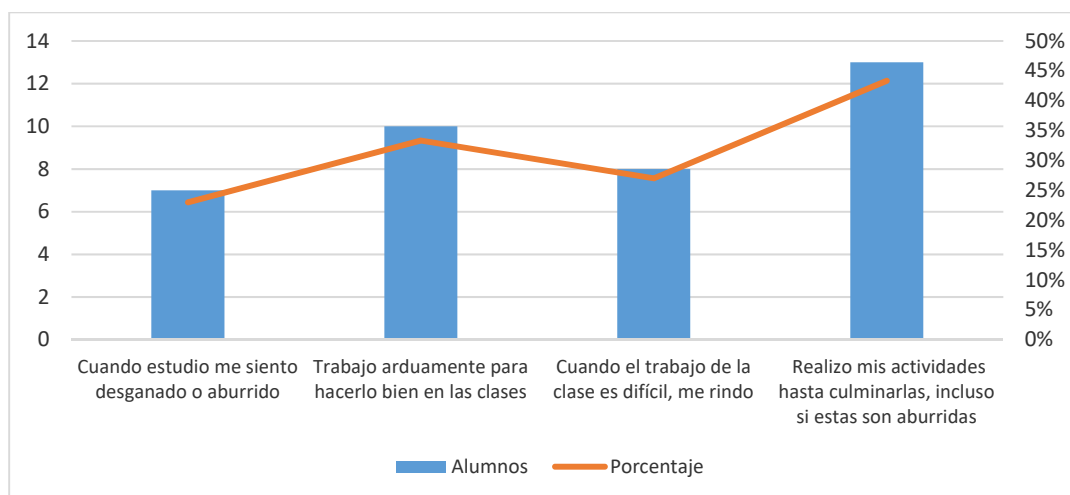
Tabla I-17: Subescala Regulación del esfuerzo

Preguntas	37	48	60	74
	Cuando estudio me siento desganado o aburrido, rindiéndome antes de terminar lo que había planificado	Trabajo arduamente para hacerlo bien en las clases, incluso si no me gusta lo que estoy haciendo	Cuando el trabajo de la clase es difícil, me rindo o sólo estudio las partes fáciles	Realizo mis actividades académicas hasta culminarlas, incluso si estas son aburridas o poco interesantes
Alumnos	7	10	8	13
Porcentaje	23%	33%	27%	43%

Fuente: Cardozo, Alicia; (2008)

En este ítem queremos conocer la regulación del esfuerzo con que el estudiante afronta una actividad de aprendizaje. Cabe mencionar que las preguntas 37 y 60 fueron invertidas para su tabulación.

Gráfico 1-15 Subescala Regulación del esfuerzo



Fuente: Elaboración propia

De este ítem podemos destacar que el 23% de los estudiantes está totalmente o muy en desacuerdo con la afirmación “cuando estudio me siento desganado o aburrido, rindiéndome antes de terminar lo que había planificado” y el 43% de los estudiantes declara que realiza las actividades hasta culminarlas aunque no sean muy atractivas.

Manejo y gestión de Recursos: Solicitud de ayuda

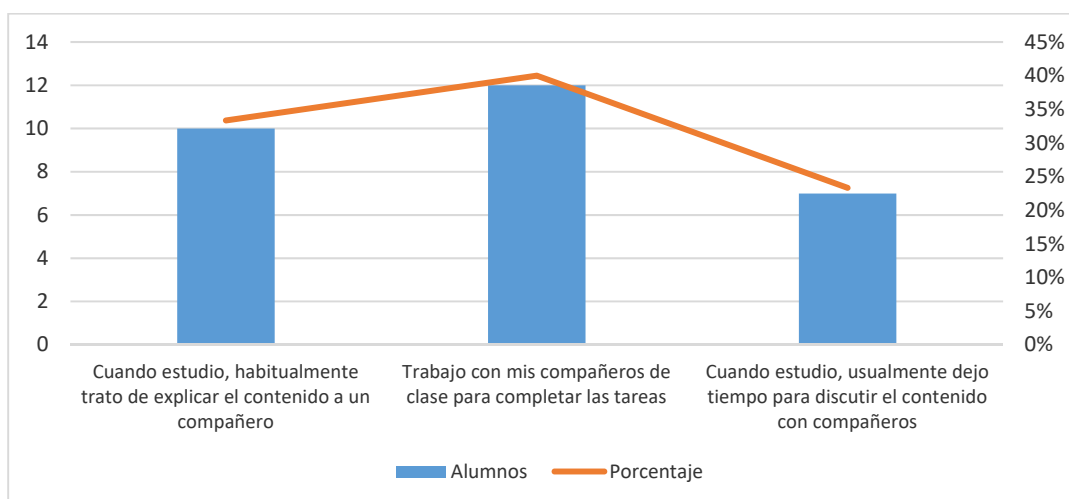
Tabla I-18: Subescala Solicitud de ayuda

Preguntas	34	45	50
	Cuando estudio para las clases, habitualmente trato de explicar el contenido a un compañero o amigo	Trabajo con mis compañeros de clase para completar las tareas	Cuando estudio, usualmente dejo tiempo para discutir el contenido de la clase con un grupo de compañeros
Alumnos	10	12	7
Porcentaje	33%	40%	23%

Fuente: *Cardozo, Alicia; (2008)*

En este ítem queremos conocer con que facilidad el estudianes solicita ayuda cuando se enfrenta a una actividad de aprendizaje y la dificultad para culminarla.

Gráfico 1-16: Subescala Solicitud de ayuda



Fuente: *Elaboración propia*

Podemos visualizar que el aprendizaje entre iguales tiene una baja valoración, por lo que es otro aspecto que podría ser objeto de mejora.

Manejo y gestión de Recursos: Aprendizaje de los pares

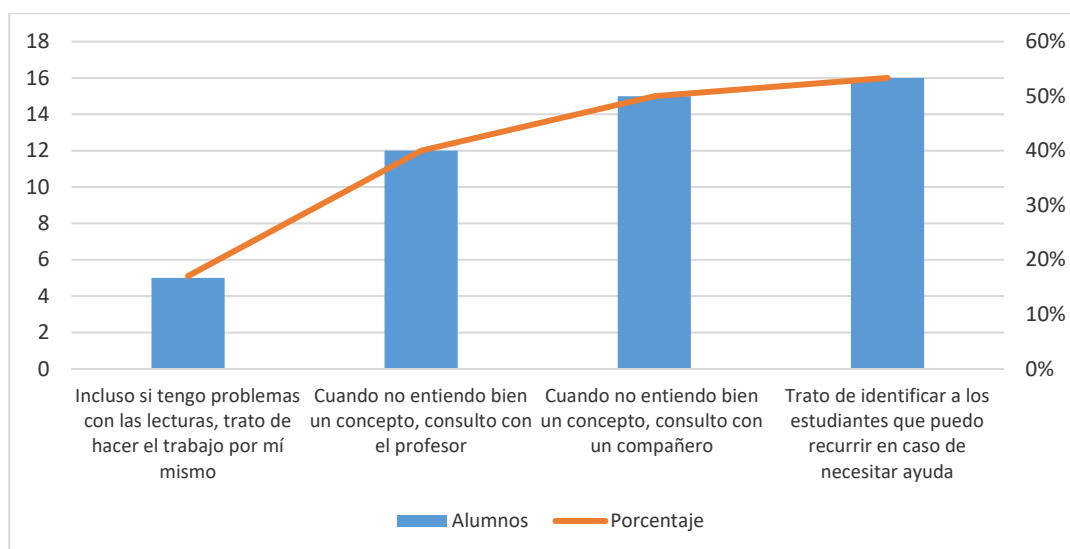
Tabla I-19: Subescala Aprendizaje de los pares

Preguntas	40	58	68	75
	Incluso si tengo problemas con las lecturas, trato de hacer el trabajo por mí mismo, sin la ayuda de nadie	Cuando no entiendo bien un concepto, consulto con el profesor	Cuando no entiendo bien un concepto, consulto con un compañero de clases	Trato de identificar a los estudiantes de la clase a los que puedo recurrir en caso de necesitar ayuda
Alumnos	5	12	15	16
Porcentaje	17%	40%	50%	53%

Fuente: Cardozo, Alicia; (2008)

En esta última subescala queremos analizar la frecuencia con que los alumnos utilizan el trabajo en equipo como una estrategia de aprendizaje, para así poder incorporar o potenciar esta metodología. Para la tabulación de los datos se ha invertido la pregunta 40.

Gráfico I-17: Subescala Aprendizaje de los pares



Fuente: Elaboración propia

El 17% de los estudiantes está totalmente o muy en desacuerdo con la afirmación “incluso si tengo problemas con las lecturas, trato de hacer el trabajo por mí mismo”, por otra parte, el 40% de los estudiantes manifestó que está muy de acuerdo o totalmente de acuerdo en que cada vez que no entiende un concepto, consulta al profesor y un 50% de ellos consulta con un compañero.

Este aspecto, pese a no tener un comportamiento deseable, es uno de aquellos en que los alumnos tienen mejor comportamiento. Concluyendo así que en esta subescala se presenta la mayor fortaleza de los alumnos.

De los resultados de la encuesta podemos destacar que el punto más alto en la escala de motivación se encuentra en la subescala de valoración de la tarea, en el cual el 90% de los estudiantes estuvo totalmente de acuerdo o muy en acuerdo en que es de importancia para ellos aprender los contenidos y ninguno de ellos estuvo en desacuerdo con dicha afirmación. Sin embargo, tenemos que una de las subescalas más bajas fue la autoeficacia, en promedio solo el 27% de los estudiantes confían que obtendrán excelentes calificaciones, comprenderán los contenidos más complejos, realizarán un excelente trabajo y tendrán éxito en clases.

Por otra parte, en la escala de estrategia de aprendizaje podemos destacar que la subescala que presenta un grado de fortaleza es la de aprendizaje entre pares, aunque el promedio de los estudiantes que establecen que cuando no entienden bien un concepto solicitan ayuda ya sea al profesor o a un compañero de la clase no supera el 50%. En contraste, las subescalas que presentan mayor debilidad son las de pensamiento crítico y la de autorregulación, que en promedio no supera el 30% de los estudiantes que están totalmente o muy de acuerdo con afirmaciones, por ejemplo, cuestiono las cosas que escucho o leo en clases para decidir si son convincentes (20%) y si el material de la clase es difícil de entender, cambio la forma de leerlo (27%).

En general, el cuestionario presenta debilidad en casi todas las dimensiones, tanto en Motivación como en Estrategias de Aprendizaje. No obstante, la naturaleza de este

estudio no incluye elementos propios de la psicología motivacional, sino que el objetivo está dirigido hacia la modificación de aspectos metodológicos de enseñanza y aprendizaje, por lo que se ha escogido como elemento a mejorar algunos de estos, por ejemplo, elaboración, apuntando hacia la capacidad de relacionar la comprensión de los conceptos con ideas propias cada vez que sea posible, realizar conexiones entre las lecturas asignadas y los conceptos trabajados en clases, además de propiciar un ambiente de trabajo más participativo y cooperativo por parte de los estudiantes.

CAPÍTULO II

DISEÑO DEL PLAN DE INTERVENCIÓN

2.1 JUSTIFICACIÓN DEL PLAN DE INTERVENCIÓN

Del diagnóstico expuesto en el capítulo anterior se evidencia debilidades en las estrategias que utilizan los estudiantes en su proceso de aprendizaje, por lo que es propicio implementar una metodología que fomente un ambiente en donde el estudiante participe de la clase, exponga sus dudas tanto al docente como a sus pares, potenciando una de las fortalezas que posee este grupo que es la facilidad que tiene de solicitar ayuda cuando lo requiere, además es necesario desarrollar actividades que favorezca la reflexión, el trabajo en equipo y el relacionar los contenidos vistos en clases con sus propias ideas.

Otro punto importante de considerar son las calificaciones en Cálculo I el primer semestre del 2017, del cual se obtuvo un 36,4% de los estudiantes de ingeniería civil informática con promedio final entre 1,0 y 2,0; un 23,6% con nota entre 2,1 y 3,9 lo que es preocupante. De los 85 estudiantes el 40% aprobó la asignatura.

La docencia en Cálculo I habitualmente evalúa conocimientos, habilidades y destrezas algebraicas, utilizando sólo un tipo de instrumento que es la prueba escrita de desarrollo de tipo sumativa, descuidando la evaluación diagnóstica y formativa u otro instrumento.

Frente al modelo de enseñanza habitual, donde el profesor explica la lección en clase y los estudiantes escuchan y realizan los deberes fuera de clases, la flipped classroom concede a los estudiantes la responsabilidad de revisar los contenidos teóricos fuera del aula, en nuestro caso el cálculo diferencial, para que luego puedan resolver sus dudas y trabajar los conceptos en clase de forma individual o cooperativa.

En base a las condiciones desfavorables descritas de la docencia de matemática en estudios de ingeniería, la propuesta de innovación metodológica en Cálculo I promueve aumentar la participación en clases mediante el uso de recursos interactivos de la

plataforma virtual, software matemático, videos de apoyo a las sesiones de clases, materiales con actividades guiadas previa a las clases. La flipped classroom utiliza la taxonomía de Bloom que tiene varios niveles: recordar, comprender, aplicar, analizar, evaluar y crear. Intentaremos desarrollar en los estudiantes el procedimiento de que en casa se recuerda y se comprende, mientras que en el aula se analiza, se evalúa y se crea. La metodología sitúa dos espacios de aprendizaje; uno individual que se realiza fuera de clase y otro grupal que se lleva a cabo en clase, permitiendo al estudiante la organización en el avance de desarrollo de las actividades propuestas.

Por otra parte, dada la característica de estos estudiantes la flipped classroom puede mejorar su motivación a actitud frente a la clase, generar mejores hábitos de trabajo, potenciar el trabajo cooperativo y mejorar los resultados de aprendizajes.

Esperamos iniciar, en la asignatura de Cálculo I dirigido a estudiantes de Ingeniería Civil Informática, el aprendizaje guiado de la derivada, concepto fundamental en matemática por su importancia en la resolución de distintos campos de problemas presentes en ingeniería. Por medio de esta estrategia de apropiación del conocimiento matemático los estudiantes van a tener la oportunidad de discutir entre pares, compartir recursos tecnológicos, fundamentar soluciones de problemas reales y exponer sus soluciones.

Se espera además un cambio de rol en el aprendizaje de nuestros estudiantes, mejorando los resultados académicos y, a nivel docente, desarrollar la capacidad de utilizar metodologías activas. Además, permitirá la sistematización de la experiencia y su replicabilidad futura.

2.2 PRESENTACIÓN DE LOS OBJETIVOS DE LA INTERVENCIÓN

Objetivo general. Diseñar, implementar y evaluar la metodología flipped classroom en la interpretación geométrica de la derivada y su efecto de aprendizaje en estudiantes de Ingeniería Civil en Informática.

Objetivos específicos

O1. Seleccionar los elementos de significado de la derivada más adecuados para el diseño de una propuesta didáctica, definiendo representaciones didácticas diferenciadas viables para el desarrollo de los resultados de aprendizaje con uso de materiales y recursos tecnológicos.

O2. Desarrollar la metodología flipped classroom en la asignatura de Cálculo I, que permita mejorar la calidad del proceso de formación de los estudiantes de primer año de Ingeniería Civil Informática.

O3. Evaluar la comprensión adquirida sobre la derivada en los estudiantes de ingeniería y valorar la eficacia del proceso de estudio implementado con flipped classroom.

2.3 DEFINICIÓN DE ACCIONES DE INTERVENCIÓN

Durante el primer semestre del 2018 se llevó a cabo en el curso de Cálculo I (IN1002C) la implementación de la metodología flipped classroom orientado al estudio de la derivada y dirigido a estudiantes de Ingeniería Civil en Informática de la UCSC. En esta experiencia hubo dos secciones (01 y 02), de las trece secciones del curso, que utilizaron el mismo material y desarrollaron las mismas actividades. Los conceptos son revisados antes de la clase por los estudiantes en casa y en la clase presencial los alumnos trabajarán problemas colectivamente.

2.3.1 Diseño de la enseñanza de la derivada

En este apartado se analiza el diseño de un proceso de estudio sobre la derivada, dirigido a la formación de ingenieros.

El programa del curso de Cálculo I considera 5 unidades, donde la más importante es la derivada por sus aplicaciones en el campo de la ingeniería. Esta unidad comprende 9 lecciones, de la cual se ha seleccionado los elementos de significado más adecuados a la construcción de la propuesta didáctica, es decir, la interpretación geométrica de la derivada, por su importancia en la comprensión de este concepto abstracto, y en problemas de optimización, que tiene directa relación con una de las aplicaciones más relevantes de la derivada. Además, se conjugan tres posibles representaciones: manipulativa, algebraica y computacional, que se alternan a lo largo del proceso y permite introducir significados complementarios de la derivada.

A continuación, se detalla una secuencia de acciones que son la base de esta propuesta de enseñanza.

A1. Programación: selección del objeto matemático de estudio y definición de los resultados de aprendizaje que deben desarrollar los estudiantes en la asignatura de Cálculo I.

A2. Preparación de materiales: preparación de los materiales que servirán a los estudiantes para familiarizarse con los principales conceptos de la derivada. Diseño y elaboración de videos y documentos educativos que expliquen el concepto y las aplicaciones de la derivada. Seleccionar software matemático propicio que aporten a la comprensión y aplicación de la derivada; dicho recurso estará disponibles para que los estudiantes revisen los principales conocimientos de la derivada fuera del aula. Elaboración de test para comprobar si han visualizado, leído y comprendido los materiales.

A3. *Diseño de las sesiones de clase:* planificación de las sesiones y preparación de las actividades grupales, de distintos niveles para atender la diversidad de la clase y que exijan a los estudiantes un aprendizaje más activo, mediante la búsqueda de ideas, videos u otros recursos. Las sesiones comprenden tareas que llevan a cabo los estudiantes antes y durante las clases. Este diseño se planifica previamente de comenzar la intervención.

A4. *Visualización y lectura de materiales fuera de clase:* envío a los estudiantes de los materiales y recursos seleccionados y elaborados, con indicación que preparen el tema en casa. Se solicita que completen el cuestionario de control y que anoten y compartan con el profesor todas sus dudas.

A5. *Resolución de dudas:* dedicación los primeros minutos de clase a repasar el material enviado a los estudiantes y despejar sus dudas. Utilización de distintos materiales para favorecer la comprensión de los conceptos y fomentar la participación en el aula.

A6. *Actividades de consolidación:* consolidación de los conceptos adquiridos mediante la realización de actividades con distintas representaciones. Proponer a cada estudiante o grupos de estudiantes distintas actividades en función de sus necesidades.

A7. *Trabajo colaborativo:* dedicación a una o varias sesiones al trabajo colaborativo, y motivar a los estudiantes a resolver un problema, elaborar un proyecto, aprender a través de la experimentación.

A8. *Aprendizaje fuera del aula:* incentivar a los estudiantes a trabajar en equipo más allá de las paredes del aula a través de entornos colaborativos. El profesor orienta y supervisa la organización y evolución de los estudiantes.

A9. Revisión y repaso: revisión del trabajo realizado por los estudiantes y socialización con toda la clase. Motivar a los estudiantes a explicar lo que han aprendido y cuál ha sido su experiencia. Dedicación unos minutos a resolver las dudas que puedan quedar.

A10. Evaluación y autoevaluación: evaluación del trabajo de los estudiantes mediante una rúbrica donde figuren los resultados de aprendizajes definidos en el programa de actividad curricular. Compartirla con ellos y aplicar instrumento de autoevaluación entre los estudiantes, que permitirá desarrollar su espíritu de autocrítica y reflexionar sobre sus fallos o errores. Diseño y validación de instrumentos para recoger información sobre la percepción de los estudiantes.

2.2.1.1 Estructuración de la enseñanza de la derivada

El proceso de estudio se organiza en dos lecciones, cada una de las cuales se divide en varias sesiones no presenciales y presenciales que se contextualizan en problemas y aplicaciones de máximos y mínimos. Estas lecciones son las siguientes:

Lección 1: Interpretación geométrica de la derivada. Previo a la clase se propone a los estudiantes dos sesiones no presenciales de trabajo autónomo donde deben estudiar un video educativo y un apunte teórico práctico alojados en la plataforma Entorno Virtual de Aprendizaje (EV@). Lo anterior contiene conceptos teóricos, animaciones, ejemplos y actividades de aplicación que relaciona la derivada de una función en un punto particular con la pendiente de la recta tangente en dicho punto. Durante las sesiones presenciales los estudiantes desarrollarán tareas en donde deban relacionar la derivada de una función en un punto con la pendiente de la recta tangente a la gráfica en dicho punto, analizar gráficamente la existencia de la derivada en un punto, introducir el concepto de función derivada a través de una actividad interactiva en donde el estudiante, por medio de un applet que puede acceder con su celular o computador, puede observar la representación gráfica de la función derivada. La monotonía de una función a través del signo de la pendiente de las rectas tangentes y

determinar en qué puntos la derivada es cero, introduciendo el concepto de máximos y mínimos locales.

Lección 2: Problema de máximos y mínimos. Previo a la clase se propone a los estudiantes dos sesiones no presenciales de trabajo autónomo donde deben estudiar un video educativo que enuncia el criterio de la primera derivada para máximos y mínimos locales y un apunte teórico práctico alojado en la plataforma EV@. Estos contienen conceptos teóricos, animaciones, ejemplos y actividades de aplicación que relacionen la derivada con la pendiente de la recta tangente.

En las sesiones presenciales se activan los conocimientos adquiridos a través del material disponible en la plataforma Moodle EVA, mediante lluvias de ideas. Posteriormente se realizan actividades, de las cuales, por ejemplo, permitirán optimizar gráficamente un problema aplicado justificando a través del criterio de la primera o segunda derivada, con apoyo de GeoGebra el estudiante puede realizar la gráfica de funciones, también habrán actividades en el que deban optimizar algebraicamente un problema aplicado, usando los criterios y con apoyo de Symbolab o Wolfram|Alpha, este software permitirá al estudiante realizar la derivada de una función, obtener sus puntos críticos y analizar su monotonía. Finalmente, habrá una actividad en el cual el estudiante podrá optimizar manipulativamente el volumen de una caja de cartón sin tapa, usando para su construcción una lámina que tiene forma cuadrada y aplicando los conceptos y criterios aprendidos.

2.3.1.2 Temporalización y recursos

El tiempo dedicado a la enseñanza de la interpretación geométrica de la derivada y de problemas de máximos y mínimos comprenderá 8 sesiones presenciales y 2 sesiones no presenciales.

Las sesiones fuera del aula estarán apoyadas por el material disponible en la plataforma virtual EVA. En las sesiones en el aula se utilizará proyector multimedia, Android o iPhone/iPad, notebook y el pizarrón.

2.4 ESTRATEGIA EVALUATIVA DEL PLAN DE INTERVENCIÓN

En las Tablas II-1 y II-2 se recogen la estructura de las sesiones considerando una muestra de las *actividades* que se desarrollarán en el aula.

Tabla II-1: *Temporalización de la lección 1*

LECCIÓN 1: Interpretación geométrica de la derivada				
Sesión no presencial	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves
<p>Sesión 1: Estudiar mediante el video 1 interactivo y un apunte teórico (documento 1) la interpretación geométrica de la derivada</p> <p>Actividad 1.1</p>	<p>Sesión 2: Activación de conocimientos mediante una lluvia de ideas. Resolver en grupos una guía de ejercicios propuestos en donde puedan practicar de forma gráfica la interpretación geométrica de la derivada.</p> <p>Actividad 1.2, 1.3.</p>	<p>Sesión 3: Distribución del curso en grupos. Aplicar la interpretación geométrica de la derivada e introducir el concepto de función derivada.</p> <p>Actividad 1.4, 1.5</p>	<p>Sesión 4: Distribución del curso en parejas. Los estudiantes desarrollarán una evaluación en parejas, en el cual aplicarán la interpretación geométrica de la derivada de forma gráfica y algebraica, utilizando Symbolab.</p> <p>Actividad 1.6, 1.7, 1.8.</p>	<p>Sesión 5: Distribución del curso en grupos. Los estudiantes trabajarán una guía de autocontenido (documento 2) en donde deban aplicar el criterio de la primera derivada a problemas máximos y mínimos relativos.</p> <p>Actividad 1.9, 1.10.</p>

Fuente: *elaboración propia*

Tabla II- 2: *Temporalización de la lección 2*

LECCIÓN 2: Problema de máximos y mínimos				
Sesión no presencial	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves
<p>Sesión 6: Estudiar mediante el video 5 interactivo y un documento la aplicación de la interpretación geométrica de la derivada a problemas de máximo y mínimos utilizando el criterio de la primera derivada.</p> <p>Actividad 2.1</p>	<p>Sesión 7: Activación de conocimientos mediante una lluvia de ideas. Distribución del curso en grupos. Los estudiantes finalizarán un problema de máximos y mínimos propuesto en video 5, usando el criterio de la primera derivada.</p> <p>Actividad 2.2</p>	<p>Sesión 8: Distribución del curso en grupos. Los estudiantes desarrollarán una guía de autocontenido (documento 3) en donde deban aplicar el criterio de la segunda derivada a problemas de optimización de forma algebraica, utilizando Symbolab.</p> <p>Actividad 2.3</p> <p>Los estudiantes podrán revisar fuera del aula el video 6, que explica un problema de optimización mediante el criterio de la segunda derivada.</p>	<p>Sesión 9: Distribución del curso en grupos. Los estudiantes resolverán y dominarán un problema de optimización en equipo. Habrá cinco problemas distintos, todos con el mismo grado de dificultad.</p> <p>Actividad 2.4</p>	<p>Sesión 10: Distribución del curso en grupos. Modelar una función que permita optimizar el volumen de una caja. Cada equipo tendrá dimensiones distintas que considerar. Construir en grupo una caja sin tapa de dimensiones asignadas al inicio de la clase y que tenga volumen máximo.</p> <p>Actividad 2.5, 2.6.</p>

Fuente: *elaboración propia*

2.4.1 Interpretación geométrica de la derivada

En esta primera lección se planifican e implementan cinco sesiones, una sesión no presencial (sesión 1) y cuatro realizadas en aula (sesión 2, 3, 4 y 5). En éstas se proponen actividades que tienen por objetivo que el estudiante conozca el concepto de derivada en un punto particular mediante su interpretación geométrica, para luego definir la función derivada de forma gráfica y analítica. También se pretende que el estudiante analice la monotonía de una función real e introducir el criterio de la primera derivada.

Es necesario aclarar que no se trabajará con los estudiantes las fórmulas básicas de derivación, sino que ellos obtendrán la función derivada a través de un software gratuito, por ejemplo, Symbolab o Wolfram|Alpha.

En la sesión 1, cada estudiante debe examinar, por medio de un video interactivo y un apunte específico, el concepto de interpretación geométrica de la derivada. En el video el profesor expondrá conceptos y ejemplos que faciliten su comprensión y el apunte considera también los contenidos previos necesarios para el entendimiento de los conceptos (documento 1).

El documento 1 considera la actividad 1.1, cuyo objetivo es que el estudiante visualice de una forma interactiva, a través de un applet construido en GeoGebra, la interpretación geométrica de la derivada en un punto.

Actividad 1.1. Utilice su teléfono para escanear el siguiente código QR o acceda al siguiente link <https://ggbm.at/pPAJ6Zf8>.



En el cual podrá manipular una animación. Complete los siguientes ítems.

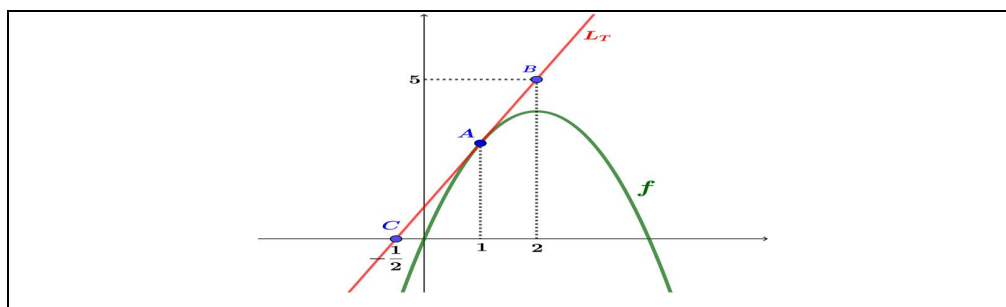
- Deslice el punto B , que pertenece a la gráfica de la función f , acercándolo hacia el punto A .
- Explique con sus propias palabras el concepto de recta tangente de f en el punto A .
- ¿A qué valor se aproxima la pendiente de la recta secante, cuando nos acercamos al punto A ?
- Determine la derivada de f en el punto de abscisa 4.

El propósito de esta actividad es que el estudiante observe, por medio de un applet, la interpretación geométrica de la derivada de una función f en un punto particular, es decir, que cuando la abscisa x , del punto B , se aproxima a la abscisa 4, del punto A , la recta secante se aproxima a la recta tangente. Además, el estudiante puede apreciar que la pendiente de la recta tangente a f en el punto A se aproxima a 3, cuando nos acercamos a 4 por la derecha o izquierda, luego como la derivada de f en el punto de abscisa 4 es igual a la pendiente de la recta tangente, se espera que el estudiante concluya que $f'(4) = 3$.

Al inicio de la sesión 2 el docente activará el conocimiento adquirido por sus estudiantes a través del video educativo y el documento 1 alojado en plataforma, para ello utilizará una lluvia de ideas, con el fin de consolidar el objeto matemático derivada. Posteriormente se presentará una guía de trabajo que desarrollarán en grupos de cuatro integrantes. Esta actividad tiene por propósito que los estudiantes relacionen el concepto de derivada con la pendiente de la recta tangente en un punto particular. Al finalizar la sesión el profesor indicará a sus estudiantes revisar fuera del aula los videos 2, 3 y 4, que presentan la demostración gráfica, física y analítica de la derivada de las siguientes funciones $f(x) = k$, con $k \in \mathbb{R}$, $f(x) = x$ y $f(x) = x^2$.

A continuación, se anuncian las actividades propuestas a los estudiantes.

Actividad 1.2. Considerando el gráfico de la función f . Determine la derivada de f en el punto de abscisa 1, si se sabe que la recta L_T es tangente a la gráfica de f en el punto A y los puntos B y C pertenecen a la recta L_T . Justifique su respuesta.



En esta actividad se espera que el estudiante observe que a pesar de no conocer la ordenada del punto de tangencia puede aplicar el concepto de la derivada como

interpretación geométrica, pues conoce dos puntos que pertenecen a la recta tangente L_T , $B(2,5)$ y $C\left(-\frac{1}{2}, 0\right)$, dichos puntos permitirá calcular la pendiente de la recta tangente, $m_T = \frac{0-5}{-\frac{1}{2}-2} = \frac{-5}{-\frac{5}{2}} = 2$. Finalmente, como la derivada de la función f en el punto de abscisa 1 es igual a la pendiente de la recta tangente en el mismo punto se puede concluir que $f'(1) = 2$.

La siguiente actividad es una adaptación de un problema propuesto por Font (2009, pp 17-18).

Actividad 1.3. Sea $f(x) = x^2$ una función real de variable real.

- a) Utilizando Symbolab, obtenga la pendiente de la recta tangente a la gráfica de f en el punto de abscisa $x_0 = 1$, es decir, $m_T = \lim_{x \rightarrow x_0} \frac{f(x) - f(x_0)}{x - x_0}$

Para esto ingrese al link <http://www.symbolab.com> y luego haga click en lim.



- b) ¿Cuál es el valor de la derivada de la función f en el punto de abscisa $x_0 = 1$?

Se espera que el estudiante responda que $f'(1) = 2$, usando la definición de la derivada de f , como límite.

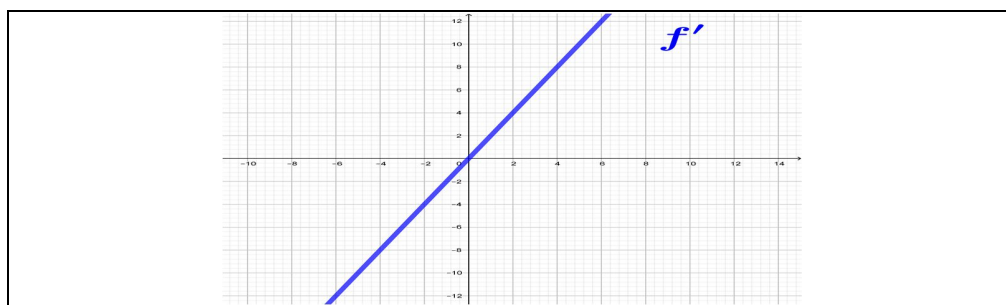
- c) Repita el primer paso para los puntos de abscisa $x_0 = 2, x_0 = 3, x_0 = 4, x_0 = 5$ y $x_0 = 6$. Complete la siguiente tabla.

x_0	1	2	3	4	5	6
$f'(x_0)$	2	4	6	8	10	12

- d) Recordando que la gráfica de la función $f(x) = x^2$ es simétrica respecto al eje y , deduzca los valores de las pendientes de las rectas tangentes a la gráfica de f en los siguientes puntos de abscisa x_0 y complete la siguiente tabla, sin usar Symbolab.

x_0	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6
$f'(x_0)$	0	-2	-4	-6	-8	-10	-12

- e) Mirando las tablas anteriores, grafique los puntos $(x_0, f'(x_0))$.



- f) Modele la función
g) $f'(x)$ para cualquier punto.

Se espera que el estudiante interprete la función derivada de $f(x) = x^2$ como la función que a cada valor le hace corresponder el doble de la abscisa x , luego se puede inferir que la función derivada es $f'(x) = 2x$.

En la sesión 3 se comenzará distribuyendo a los estudiantes en grupos de trabajo. Esta sesión tiene por objeto que los estudiantes desarrollen problemas de interpretación geométrica de la derivada en un punto y en un punto general, podrán usar el software matemático Symbolab, el cual le permitirá obtener la función derivada. A continuación, se presenta una muestra de las actividades propuestas a los estudiantes.

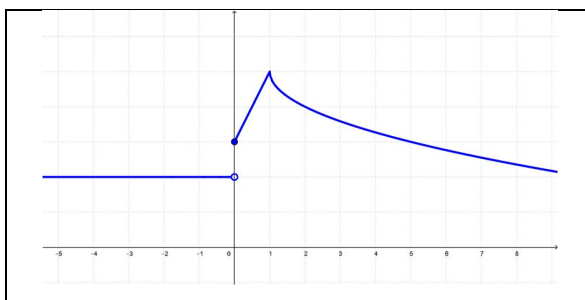
Actividad 1.4. Utilice su teléfono para escanear el siguiente código QR o acceda al siguiente link <https://ggbm.at/t8YFcwdW>.



- Deslice el punto A y observe la gráfica que se va construyendo en forma paralela.
- Explique con sus propias palabras lo que observa.
- Haga clic en el botón **Muestra $f'(x)$** .
- Explique con sus propias palabras el concepto de función derivada.

Se espera el estudiante interprete la función derivada como la función que a cada valor le hace corresponder la pendiente de la recta tangente a la gráfica de f en el punto $(x, f(x))$.

Actividad 1.5. Sea $g: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$, una función cuya gráfica es



Determine

- los valores reales para los cuales $g'(x) = 0$
- los valores reales para los cuales $g'(x)$ no existe
- los valores reales para los cuales $g'(x) > 0$
- los valores reales para los cuales $g'(x) < 0$.

En el apartado (a) se espera que el alumno observe que todas las pendientes de las rectas tangentes de la función en el intervalo $I_1 = (-\infty, 0)$ son cero, por lo que $g'(x) = 0$ para todo $x \in I_1$.

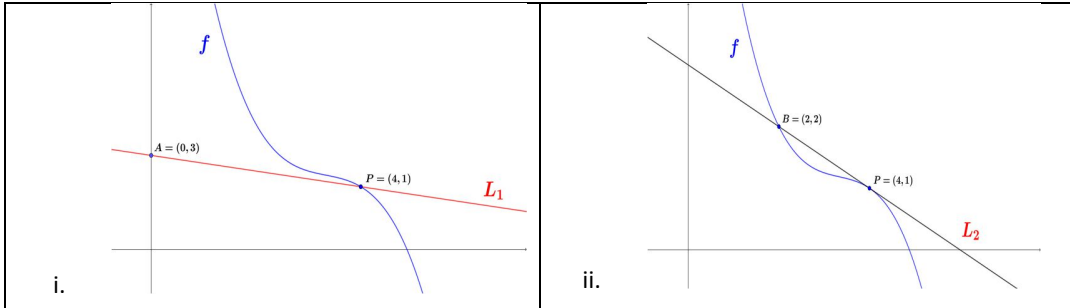
En el apartado (b) el estudiante debe observar que la función posee un punto anguloso en $x = 1$, por lo que se puede concluir que la derivada en ese punto no existe, por otra parte, la función no es continua en $x = 0$, por lo que la condición necesaria para la existencia de la derivada en un punto no se satisface.

En los apartados (c) y (d) el estudiante debe observar que en el intervalo $I_2 = (0, 1)$ y $I_3 = (1, +\infty)$ las pendientes de las rectas tangentes a la gráfica de la función g son positivas y negativas respectivamente, por lo que, $g'(x) > 0$ para todo $x \in I_2$ y $g'(x) < 0$ para todo $x \in I_3$.

En la sesión 4 se realizará una evaluación calificada en parejas. En el desarrollo algebraico los estudiantes podrán utilizar el software matemático Symbolab.

Actividad 1.6

a) Determine cuál de las siguientes rectas permite calcular $f'(4)$. Justifique su respuesta.

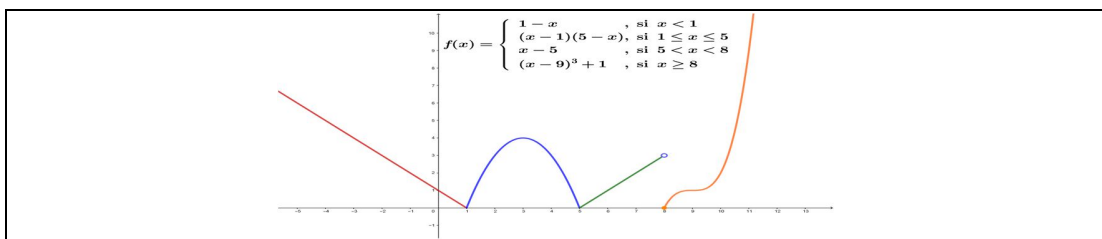


Se espera en este apartado que el estudiante primero identifique la recta L_1 como secante a la gráfica de f y que la recta L_2 es tangente a la gráfica f en el punto P , luego por la interpretación geométrica de la derivada en un punto, la recta L_2 nos permite obtener $f'(4)$.

b) Calcule el valor de $f'(4)$. Justifique su respuesta.

Se espera que en este apartado el estudiante aplique el concepto de la derivada como interpretación geométrica, esto significa, que la derivada de la función f en el punto de abscisa 4 es igual a la pendiente de la recta tangente L_2 . Por otra parte, dicha recta contiene los puntos $B = (2,2)$ y $P = (4,1)$, luego es posible determinar su pendiente, es decir, $m_T = \frac{1-2}{4-2} = -\frac{1}{2}$, para finalmente concluir que $f'(4) = -\frac{1}{2}$.

Actividad 1.7 Considere la función $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$, tal que:



Determine, justificadamente:

- a) los valores reales para los cuales $f'(x) = 0$.
- b) los valores reales para los cuales $f'(x)$ no existe
- c) los valores reales para los cuales $f'(x) > 0$
- d) los valores reales para los cuales $f'(x) < 0$.

En el apartado (a) se espera que el estudiante examine que en los puntos de abscisa 3 y 9 las rectas tangentes a la gráfica de f en los respectivos puntos son horizontales, por lo que se puede concluir que sus respectivas pendientes son cero, es decir, $f'(3) = 0$ y $f'(9) = 0$, además en el apartado (b) puede observar que los puntos de abscisa 1 y 5 no son suaves, es decir, la función es continua en esos puntos, pero la recta tangente no existe, por lo que la derivada no existe en dichos puntos. Por otra parte, en $x = 8$ la función no es continua, por lo que no se cumple la condición necesaria para que exista la derivada en ese punto, por lo anterior, se pretende que el estudiante responda que en los puntos $(1,0)$, $(5,0)$ y $(8,0)$ la derivada no existe. En el apartado (c) el estudiante puede observar que la gráfica de f es creciente en los conjuntos $A =]1,3[$, $B =]5,8[$ y $C =]8, +\infty[-\{9\}$, por lo que en cada punto de dichos conjuntos las pendientes de las rectas tangentes son positivas, luego $f'(x) > 0$ para todo x que pertenece a los conjuntos mencionados. De forma análoga se espera que el estudiante concluya en el apartado (d) que $f'(x) < 0$ para todo x que pertenece al conjunto $E =]-\infty, 1[$ y $f'(x) < 0$ para todo x que pertenece al conjunto $F =]3,5[$, dado que la función es decreciente en dichos conjuntos.

Actividad 1.8. Determine la ecuación de la recta tangente a la gráfica de $f(x) = \frac{2x}{x^2-3x-6}$ en el punto de abscisa -2 . Justifique su respuesta.

En este problema se espera que el estudiante identifique y relacione los elementos necesarios para poder definir la ecuación de la recta tangente.

Para ello primero debe obtener un punto que pertenece a la recta, es decir, encontrar la ordenada del punto de tangencia, reemplazando $x_0 = -2$ en la función.

	$f(-2) = \frac{2(-2)}{(-2)^2 - 3(-2) - 6} = -1.$
--	--

Determinar que otro elemento necesario para poder definir la ecuación de la recta tangente, es obtener la pendiente de la recta tangente. Con ese fin se espera que relacione el concepto de derivada como interpretación geométrica, es decir, que la pendiente de la recta tangente de f en el punto de abscisa -2 es igual la derivada de f en dicho punto. Por consiguiente, debe determinar la función primera derivada.

	$f'(x) = \frac{2(-x^2 - 6)}{(x^2 - 3x - 6)^2}$
--	--

Posteriormente debe hallar la pendiente de la recta tangente evaluando la abscisa del punto de tangencia en la función derivada, es decir,

	$f'(-2) = \frac{-2(-2)^2 - 12}{((-2)^2 - 3(-2) - 6)^2} = -\frac{5}{4}$
--	--

Finalmente, el estudiante debe calcular la ecuación de la recta tangente mediante la ecuación punto-pendiente

$$L_T: y + 1 = -\frac{5}{4}(x + 2) \Rightarrow y = -\frac{5x}{4} - \frac{7}{2}$$

En la sesión 5 los estudiantes trabajarán una guía de autocontenido (documento 2), en el cual aplicarán los conocimientos entregados en el desarrollo de problemas de monotonía de una función, para luego terminar con una actividad en la cual deban utilizar el criterio de la primera derivada, en el desarrollo algebraico los estudiantes utilizarán el software matemático Symbolab. La clase finaliza con una exposición magistral, con el fin de aclarar dudas de conceptos y contenidos básicos.

Actividad 1.9. Sea $f(x) = x^3 - \frac{3x^2}{2}$ una función real, se desea encontrar los intervalos para los cuales f es creciente o decreciente.

Para responder esta pregunta se sugiere a los estudiantes seguir la siguiente estructura.

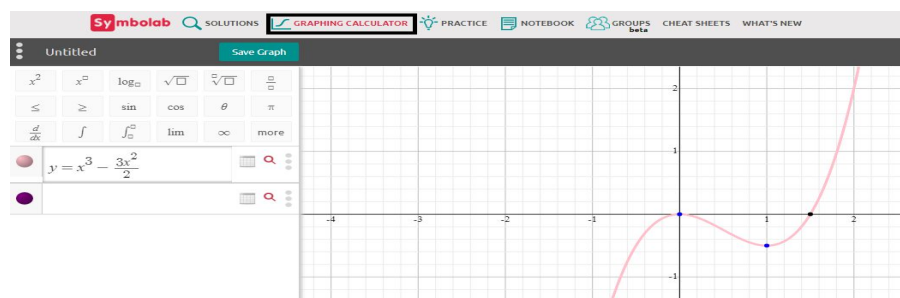
Paso 1. Determinar los valores críticos de f . Para ello, primero los estudiantes obtienen la función derivada $f'(x) = 3x^2 - 3x$ y en segundo lugar factorizan la función derivada $f'(x) = 3x(x - 1)$.

Paso 2. Completar la siguiente tabla que resume los signos de la función derivada en los intervalos formados por los valores críticos.

	Intervalos	$x < 0$	$x = 0$	$0 < x < 1$	$x = 1$	$x > 1$
Factores	$3x$	-	0	+	3	+
	$x - 1$	-	-	-	0	+
	Signo $f'(x)$	+	0	-	0	+

Paso 3. Utilizar el Criterio para responder los intervalos de crecimiento y decrecimiento. En este paso el estudiante debe observar que a la izquierda de 0 y a la derecha de 1 la función derivada es positiva, por lo que la función es creciente en los intervalos $(-\infty, 0)$ y $(1, +\infty)$. Por otra parte, la función derivada es negativa en el intervalo $(0,1)$, por lo que el criterio afirma que la gráfica de la función es decreciente en ese intervalo.

Paso 4. Verificar su respuesta, graficando la función.



Actividad 1.10. Determine, si existen, los extremos relativos de la función $f(x) = (x^2 - 4)^{2/3}$.

El propósito de esta actividad es que el estudiante aplique el criterio de la primera derivada para obtener los extremos relativos de la función, para ello primero debe notar que f es continua en toda la recta real. Luego, puede desarrollar el problema siguiendo los siguientes pasos estructurados.

Paso 1. Determinar los valores críticos de f , con ese fin el estudiante debe analizar que la función derivada $f'(x) = \frac{4x}{3\sqrt[3]{x^2-4}} = \frac{4x}{3\sqrt[3]{(x-2)(x+2)}}$ se hace cero para $x = 0$ y no está definida para $x = 2$ y $x = -2$.

Paso 2. Completar la siguiente tabla que resume los signos de la función derivada en los intervalos formados por los valores críticos.

Intervalos	$x < -2$	$x = -2$	$-2 < x < 0$	$x = 0$	$0 < x < 2$	$x = 2$	$x > 2$
Signo $f'(x)$	-	∅	+	0	-	∅	+

Paso 3. Aplicar el criterio de la primera derivada para extremos relativos, es decir, el estudiante puede observar que la función derivada f' cambia de signo en $x = -2$ y en $x = 2$ de negativa a positiva, entonces $f(-2) = 0 = f(2)$ es un mínimo relativo de A . Análogamente, se puede apreciar que la función derivada f' cambia de signo en $x = 0$ de positiva a negativa, por lo que $f(0) = \sqrt[3]{16}$ es un máximo relativo de la función.

Las actividades de esta lección que vamos a analizar en el siguiente capítulo son: 1.3, 1.4, 1.6, 1.7 y 1.8.

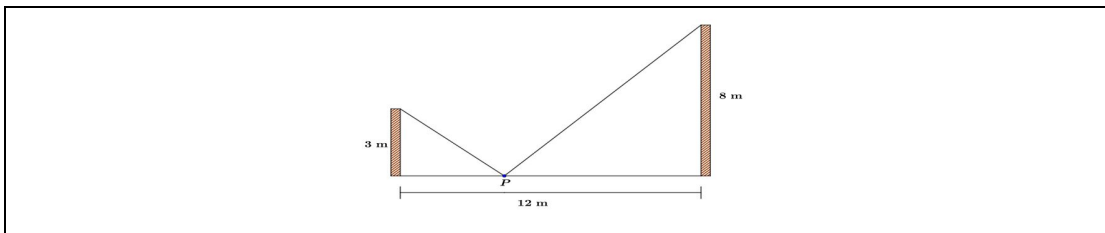
2.4.2 Problema de máximos y mínimos

Se planifican e implementan cinco sesiones de esta lección. Ésta tiene por objetivo aplicar los conceptos de derivadas de funciones, mediante estrategias que incentiven el

análisis, en la resolución de problemas de máximo y mínimo utilizando el primer y segundo criterio de la derivada.

En la sesión 6, cada alumno debe estudiar el desarrollo de un problema de optimización por medio de un video interactivo, dentro de las diapositivas el profesor expondrá un esquema de resolución que facilite su comprensión, y además complementar dicho estudio con un apunte (documento 3) que considera la siguiente actividad, ésta fue propuesta como motivación a la aplicación de los conceptos de derivadas de funciones vistos en el documento 2.

Actividad 2.1. Supongamos que tenemos dos postes verticales de 3 y 8 metros de altura, con una separación de 12 metros (como se muestra en la figura). Se desea instalar un único punto de anclaje al suelo desde el cual poner un tensor (cable) hacia el extremo superior de cada uno de los postes. ¿En qué punto del suelo (entre los dos postes) se debe poner el punto de anclaje para minimizar la longitud de cable requerido?



Para responder esta pregunta se sugiere a los estudiantes seguir la siguiente estructura.

Paso 0.

Leer cuidadosamente el problema y pensar en las cantidades desconocidas, asignando símbolos a todas las magnitudes que deseamos determinar.

L : longitud del cable.

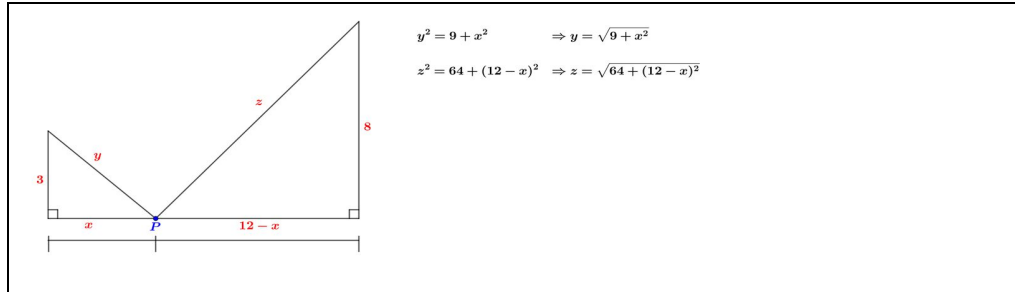
x : distancia del punto P al extremo inferior del poste de 3 metros.

y : distancia del punto P al extremo superior del poste de 3 metros.

z : distancia del punto P al extremo superior del poste de 8 metros.

Escribir la ecuación principal para la magnitud que debe ser optimizada. En este caso es la suma de las distancias z e y . $L = y + z$.

Reducir la ecuación principal a una ecuación con sólo una variable independiente



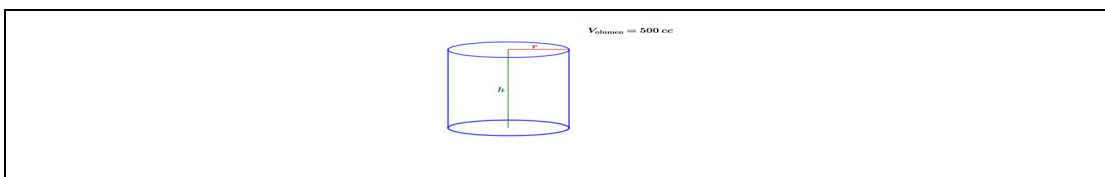
$$L = \sqrt{9 + x^2} + \sqrt{64 + (12 - x)^2}$$

Determinar el dominio de la ecuación principal. Esto es, hallar los valores para los que el problema planteado esté bien definido. Es decir, el valor de x debe ser menor a 12 y mayor que 0.

Ya obtenida la función distancia L , que depende de una sola variable, nos queda determinar los extremos relativos, utilizando el criterio de la primera derivada, para ello se propone a los estudiantes seguir la estructura desarrollada en clases o bien la expuesta en el video.

Al inicio de la sesión 7, el profesor activará conocimiento adquirido por sus estudiantes previos a la clase, por medio de documento y video educativo de problemas de optimización alojado en la plataforma Eva. Los estudiantes grupalmente finalizarán un problema propuesto en el video, usando el criterio de la primera derivada, en el desarrollo algebraico podrán usar el software matemático Symbolab.

Actividad 2.2. Supongamos que deseamos construir un envase cilíndrico que contenga 500 centímetros cúbicos de leche utilizando el mínimo material posible. Para ello debemos determinar sus dimensiones, es decir, la altura y el radio, de tal forma que su área sea mínima. Justifique su respuesta.



El estudiante debe recordar el esquema que se utilizó para construir la función a minimizar propuesto en el video 2, el cual llamamos Paso 0. Este esquema se resume en dejar la ecuación principal en forma simplificada.

$$A(r) = 2\pi r^2 + 2\pi r \left(\frac{500}{\pi r^2} \right) = 2\pi r^2 + \frac{1000}{r}$$

Ya obtenida la función área, que depende de una sola la variable r , se resuelve el problema de optimización utilizando el criterio de la primera derivada, siguiendo los siguientes pasos.

Paso 1. Determinar la función primera derivada: $A' = 4\pi r - \frac{1000}{r^2}$

Paso 2. Calcular los valores críticos, para ello, se debe igualar la derivada a cero.

$$A' = 0 \Rightarrow r = \sqrt[3]{\frac{250}{\pi}} \approx 4.3$$

Paso 3. Utilizar el criterio de la primera derivada para máximos o mínimos.

	$r < \sqrt[3]{\frac{250}{\pi}}$	$r = \sqrt[3]{\frac{250}{\pi}}$	$r > \sqrt[3]{\frac{250}{\pi}}$
$A' = 4\pi r - \frac{1000}{r^2}$	Negativa	Cero	Positiva

Como la función derivada A' cambia de signo en r de negativa a positiva, entonces $A(r)$ es un mínimo relativo de A .

Paso 4. Finalmente, las dimensiones del cilindro, es decir, la altura y el radio, que permite que su área sea mínima son: $r = \sqrt[3]{\frac{250}{\pi}} \approx 4.3$, $h = \frac{500}{\pi \sqrt[3]{\frac{250}{\pi}}} \approx 8.6$.

En la sesión 8 los estudiantes trabajarán una guía de autocontenido, en el cual desarrollarán de forma cooperativa un problema de optimización, usando el criterio de la segunda derivada, en el desarrollo algebraico podrán usar el software matemático Symbolab y solicitar ayuda al profesor cuando lo requiera. Al finalizar la clase, el profesor propone a los estudiantes revisar fuera del aula el video 6, que explica el problema de optimización de la actividad 2.2, ahora utilizando el criterio de la segunda derivada.

Actividad 2.3. Ana y Alejandro son una pareja de emprendedores y han desarrollado un dispositivo electrónico controlado por un Smartphone o Tablet, que tiene como objetivo mejorar la marcha en personas con dificultades en caminar. Esta pareja ha determinado que el costo total de producción por unidad q es $C = 0.05q^4 + 2q^3 + 100.000$ y la cantidad demandada para un precio p , en dólares, está dada por $q = \frac{p}{250}$. ¿A qué nivel de producción se maximiza la utilidad y cuál es la utilidad máxima?

Se espera que los estudiantes resuelvan este problema usando el criterio de la segunda derivada, siguiendo el siguiente esquema:

Paso 0. Construir la función que se desea maximizar.

Leer cuidadosamente el problema y pensar en las cantidades desconocidas, asignando símbolos a todas las magnitudes.

U : función utilidad.

I : función ingreso.

Escribir la ecuación principal para la magnitud que debe ser optimizada. En este caso es la utilidad que se define como ingreso menos costo $U = I - C$.

Reducir la ecuación principal a una ecuación con sólo una variable independiente. Eso puede exigir utilizar ecuaciones secundarias que relacionen las variables independientes de la ecuación principal. En nuestro ejemplo, la ecuación secundaria es el ingreso que es igual a precio de venta por unidades vendidas: $I = pq$, donde $q = \frac{p}{250} \Rightarrow p = 250q$.

Luego reemplazamos p en la función ingreso $I = pq = (250q)q = 250q^2$. Así, $U = I - C \Rightarrow U(q) = -0.05q^4 - 2q^3 + 250q^2 - 100.000$.

Determinar el dominio de la ecuación principal. Esto es, hallar los valores para los que el problema planteado esté bien definido. En nuestro caso q representa cantidad de dispositivos producidos y vendidos, por lo que, q debe ser un valor positivo.

Ya obtenida la función a optimizar, que depende de una sola variable, resolvemos el problema utilizando el criterio de la segunda derivada.

Paso 1. Determinar la función primera derivada.

$$U'(q) = -0.2q^3 - 6q^2 + 500q.$$

Paso 2. Calcular los valores críticos, es decir, igualar la función derivada a cero.

$$q_1 = 0, \quad q_2 = 5(\sqrt{109} - 3) \approx 37, \quad q_3 = -5(\sqrt{109} + 3) \approx -67$$

Paso 3. Determinar la función segunda derivada.

$$U''(q) = -0.6q^2 - 12q + 500.$$

Paso 4. Aplicar el criterio de la segunda derivada.

Evaluamos los valores críticos q_1 y q_2 en la función segunda derivada

$$U''(0) = 500 > 0, \quad U''(37) = -0.6(37)^2 - 12(37) + 500 = -765.4 < 0$$

Luego en $q = 37$ la función alcanza un valor máximo.

Paso 5. Obtenemos la utilidad máxima, es decir, reemplazamos $q = 37$ en la función utilidad.

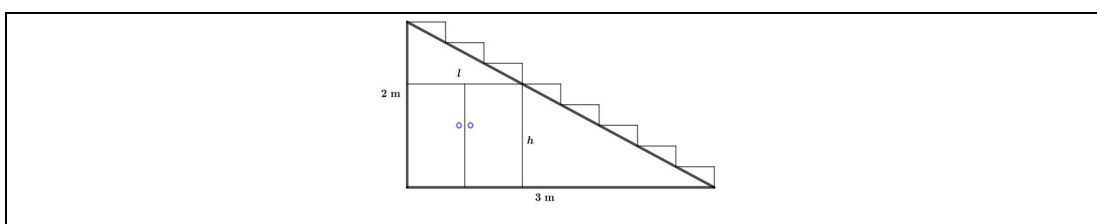
$$U(37) = -0.05(37)^4 - 2(37)^3 + 250(37)^2 - 100.000 = 47.235,95$$

Paso 6. Finalmente, debemos dar respuesta al problema.

Se debe producir y vender 37 dispositivos electrónicos para obtener una utilidad máxima de 47.235,95 dólares.

Al inicio de la sesión 9, el profesor distribuye el curso en grupos. Los grupos resolverán y dominarán un problema de optimización. Habrá cinco problemas distintos, todos con el mismo grado de dificultad. A continuación, se presenta el desarrollo de uno de ellos.

Actividad 2.4. En una casa queda un espacio debajo de la escalera donde se desea construir un mueble rectangular (el frente del mueble es un rectángulo). La base del espacio mide 3 metros y la altura es de 2 metros, como se muestra en la figura.

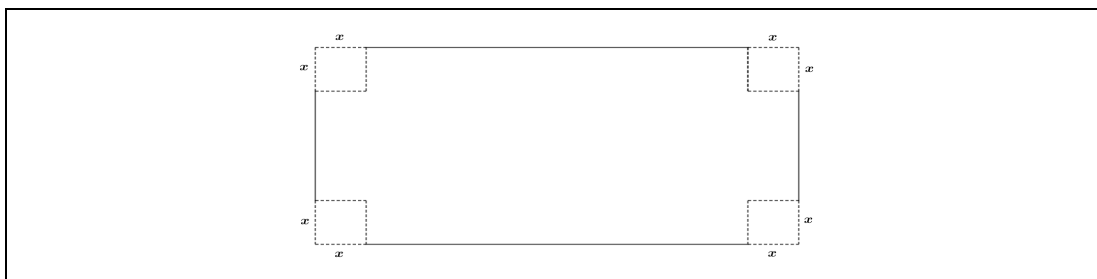


- ¿Cuáles deben ser las dimensiones del mueble para maximizar el área frontal ocupada?
- ¿Cuál es el área frontal máxima del mueble?

Se espera en esta actividad que los estudiantes resuelvan este problema usando principalmente el criterio de la segunda derivada. Para ello deben seguir el esquema de las actividades ya trabajadas.

En la sesión 10, los estudiantes trabajarán en grupos y modelarán una función que permita optimizar el volumen de una caja. Cada grupo tendrá dimensiones distintas que considerar. Posteriormente, los grupos construirán la caja de volumen máximo con las dimensiones respectivas.

Actividad 2.5. Se desea construir una caja de volumen máximo, sin tapa, considerando una superficie rectangular de 25 cm de largo por 20 cm de ancho. Para ello, se recortará un cuadrado de lado x en cada esquina y se doblará la hoja levantando los cuatro laterales de la caja.



- a) Represente la función que le permitirá optimizar el volumen de la caja.
- b) Encuentre el lado del cuadrado cortado para que el volumen de la caja resultante sea máximo. Exprese su respuesta con una cifra decimal.
- c) ¿Cuál es ese volumen máximo de la caja? Justifique su respuesta.

Esta actividad se desarrolla siguiendo el mismo esquema utilizado en los problemas de optimización anteriores.

Actividad 2.6. Construya la caja utilizando el material entregado por el profesor.

Las actividades de esta lección que vamos a analizar en el siguiente capítulo son: 2.11, 2.13 y 2.15.

A lo largo de este capítulo se ha analizado el proceso con sus actividades, para posteriormente establecer el grado de correspondencia de apropiación de los elementos importantes de la derivada. En cada lección están presente variadas representaciones asociadas a la derivada, en donde el estudiante se ha acercado a este concepto matemático mediante expresiones verbales, simbólicas y gráficas, siendo una de las utilizadas la manipulación de un applet que permitía interpretar la derivada, como la función que a cada valor le hace corresponder la pendiente de la recta tangente a la gráfica de la función en el punto de tangencia.

CAPÍTULO III
RESULTADOS ALCANZADOS DE LA INTERVENCIÓN

Durante el proceso fueron recogidas las respuestas escritas de las actividades desarrolladas en clases por estudiantes de Ingeniería Civil en Informática, en el curso de Cálculo I.

Finalizada la intervención, se llevó a cabo el análisis de una muestra de estas actividades. En este capítulo se presentará el análisis de algunas de estas actividades.

El diseño consta de dos lecciones. Se analizan cinco actividades de la primera lección, referidas a la interpretación geométrica de la derivada. Para la segunda lección que tiene relación con problemas de máximos y mínimos se analizará tres actividades en donde los estudiantes deben aplicar el concepto de derivada como interpretación geométrica a través del criterio de la primera o segunda derivada.

3.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

3.1.1 ANÁLISIS DE ACTIVIDADES SOBRE LA INTERPRETACIÓN GEMÉTRICA DE LA DERIVADA.

La primera lección considera seis actividades que fueron desarrolladas en el aula y se analizan mediante la frecuencia y porcentajes de aciertos y errores en el procedimiento de cada ítem propuesto.

Actividad 1.3. Sea $f(x) = x^2$ una función real de variable real.

- Utilizando Symbolab, obtenga la pendiente de la recta tangente a la gráfica de f en el punto de abscisa $x_0 = 1$.
- ¿Cuál es el valor de la derivada de la función f en el punto de abscisa $x_0 = 1$?
- Repita el primer paso para los puntos de abscisa $x_0 = 2, x_0 = 3, x_0 = 4, x_0 = 5$ y $x_0 = 6$. Complete la siguiente tabla.

x_0	1	2	3	4	5	6
$f'(x_0)$						

- Recordando que la gráfica de la función $f(x) = x^2$ es simétrica respecto al eje y , deduzca los valores de las pendientes de las rectas tangentes a la gráfica de f en los siguientes puntos de abscisa x_0 y complete la siguiente tabla, sin usar Symbolab.

x_0	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6
$f'(x_0)$							

- e) Mirando las tablas anteriores, grafique los puntos $(x_0, f'(x_0))$.
- f) Modele la función $f'(x)$ para cualquier punto.

El desarrollo de la actividad 1.3 se encuentra en las páginas 53 y 54. A continuación, en la Tabla III-1 se presentan los resultados obtenidos, en el apartado (a) el 100% de los estudiantes utiliza el software Symbolab para determinar la pendiente de la recta tangente en el punto de abscisa 1, sin embargo, un 6% además realizó el cálculo de forma algebraica cuyo resultado les dio $\pm\infty$, lo que significó que no respondieran de forma correcta $f'(1)$. En el apartado (b) y (c) el 94% de los estudiantes respondió sin dificultad las pendientes de las rectas tangente en los puntos de abscisa $x_0 = 1, x_0 = 2, x_0 = 3, x_0 = 4, x_0 = 5, x_0 = 6$, en el apartado (d) el 90% de los estudiantes utilizó la simetría de la gráfica de f para responder las distintas derivadas en los puntos solicitados. En el apartado (e) el 58% grafica la función derivada usando la información que han obtenido en los ítems anteriores, sin embargo, de este porcentaje el 6% grafica los puntos $(x_0, f'(x_0))$, pero usando datos incorrectos, por otra parte, cabe destacar que el 6% graficó la función $f(x) = x^2$ y el 26% no responde. En el último apartado, solo el 40% de los estudiantes modela sin error la función derivada, de este porcentaje el 4% modela la función derivada, pero no grafica la función f' , finalmente, observamos que el 20% responde que la función derivada es $f'(x) = 2$, es decir, que el estudiante confunde la función constante con la función lineal.

Tabla III-1: Frecuencias de aciertos de la actividad 1.3 ($n = 50$)

Apartado	Pasos en la resolución del problema	N	%
A	Mediante Symbolab, obtener la pendiente de la recta tangente a la gráfica de f en el punto de abscisa $x_0 = 1$.	50	100
B	Obtener $f'(1)$ relacionando su interpretación geométrica.	47	94
C	Obtener la derivada de f para los puntos de abscisa $x_0 = 2, x_0 = 3, x_0 = 4, x_0 = 5, x_0 = 6$, usando Symbolab.	47	94
D	Recordando que la gráfica de la función $f(x) = x^2$ es simétrica respecto al eje y , deducir los valores de las derivadas de f en los siguientes puntos de abscisa $x_0 = 0, x_0 = -2, x_0 = -3, x_0 = -4, x_0 = -5, x_0 = -6$	45	90
E	Graficar los puntos $(x_0, f'(x_0))$.	29	58
F	Modelar la función derivada $f'(x) = 2x$.	20	40

Fuente: *elaboración propia*

Actividad 1.4. Utilice su teléfono para escanear el siguiente código QR o acceda al siguiente link <https://ggbm.at/t8YFcwdW>.



- Deslice el punto A y observe la gráfica que se va construyendo en forma paralela.
- Explique con sus propias palabras lo que observa.
- Haga clic en el botón muestra $f'(x)$.
- Explique con sus propias palabras el concepto de función derivada.

En esta actividad analizaremos el ítem (d) caracterizando las respuestas escritas del estudiante. A continuación, en la Tabla III-2 se presentan los resultados obtenidos, del cual podemos apreciar que el 36% de los estudiantes interpretó correctamente, en propias palabras, el concepto de función derivada.

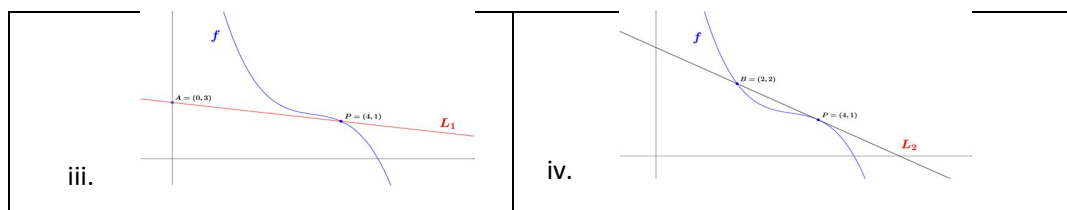
Tabla III-2: Frecuencias de respuestas de la actividad 1.4 ($n = 44$)

Respuestas de los estudiantes	N	%
La derivada es una función límite	4	9.1
La derivada es la velocidad en un punto particular	4	9.1
La función derivada es la función que contiene a todas las pendientes de las rectas tangentes en cada punto de ella	16	36.4
Es el resultado de un límite y representa la pendiente de la recta tangente a la gráfica de la función en un punto	5	11.4
La gráfica de la función derivada se construye a través de la obtención de la pendiente en cada punto	9	20.1
La derivada son todas las pendientes que crean una recta tangente	1	2.3
Es una función que calcula la derivada de una función en una abscisa x	1	2.3
La función derivada es la función que permite determinar una única recta tangente para cada punto de una función cualquiera, éstas pueden ser graficadas usando el valor de su pendiente.	2	4.6
Es una función límite de la recta tangente a otra función	1	2.3
Una función derivada son todas las derivadas de una función	1	2.3

Fuente: *elaboración propia*

Actividad 1.6

- a) Determine cuál de las siguientes rectas permite calcular $f'(4)$. Justifique su respuesta.



- b) Calcule el valor de $f'(4)$. Justifique su respuesta.

El desarrollo de la actividad 1.6 se encuentra en la página 56. A continuación, en la Tabla III-3 se presentan los resultados obtenidos, en el apartado (a) se observa que el 46.1% de los estudiantes declara que la recta L_2 permite obtener $f'(4)$, pero no justifica el por qué, y el 30.8% de los estudiantes identifica que la recta L_2 es tangente a la gráfica f en el punto P y justifica mediante la interpretación geométrica que dicha recta permitiría calcular $f'(4)$. En el apartado (b) el 69% de los estudiantes identifica los puntos $B = (4,2)$ y $P = (5,8)$, que pertenecen a la recta y determina su pendiente, pero solo el 15.4% aplica el concepto de la derivada como interpretación geométrica, esto significa, que la derivada de la función f en el punto de abscisa 4 es igual a la

pendiente de la recta tangente L_2 . Finalmente, podemos destacar que, en este problema el 23% de los estudiantes calcularon la ecuación de la recta tangente, que no se les solicitó en la actividad.

Tabla III-3: Frecuencias de aciertos de la actividad 1.6 ($n = 26$)

Apartado	Pasos en la resolución del problema	N	%
A	Determinar que la recta L_2 es la recta que permite calcular $f'(4)$.	12	46.1
	Identificar que la recta L_1 es una recta secante a la gráfica de f en el punto P y por tanto no permite calcular la derivada en dicho punto.	4	15.4
	Identificar que la recta L_2 si es una recta tangente a la gráfica de f en el punto P por lo que podríamos determinar $f'(4)$.	8	30.8
B	Identifique los puntos $B = (2,2)$ y $P = (4,1)$, que le permiten calcular $f(4)$.	18	69
	Determine su pendiente, es decir, $m_T = \frac{1-2}{4-2}$	18	69
	Concluya que $f'(4) = -\frac{1}{2}$.	6	23

Fuente: elaboración propia

A continuación, se presenta una tabla más detallada respecto a los tipos de errores cometidos y el número de estudiantes que omitieron la actividad 1.6.

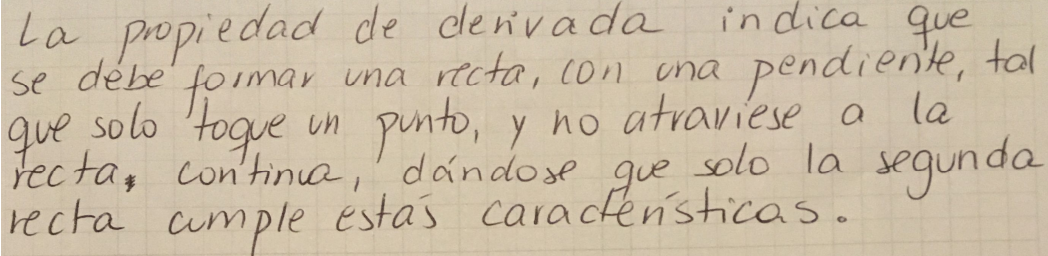
	Si	No	Error numérico	Error conceptual	Omite
Determina la recta tangente	12	6			8
Identifica los puntos	18	-	-	-	8
Utiliza los puntos	18	-	-	-	8
Relaciona	8	8	-	8	10
Concluye	6	12	-	12	8

Error numérico: Llamamos error numérico a aquellos errores de operatoria.

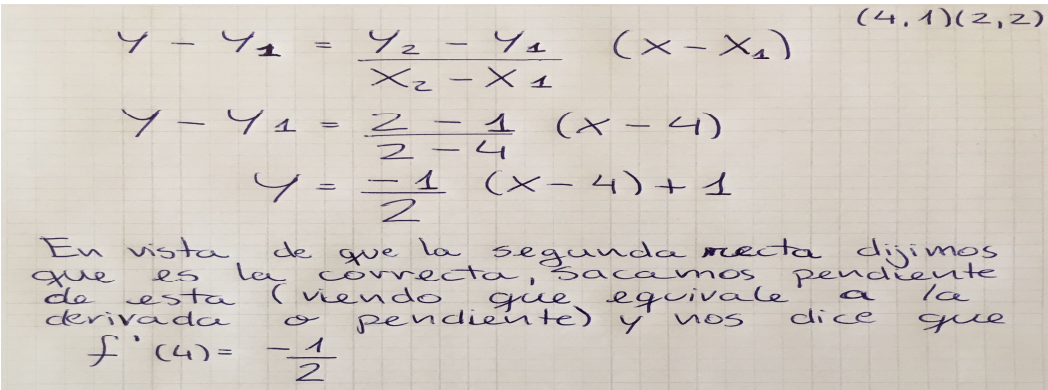
Error conceptual: Llamamos error conceptual a aquellos que tienen relación con los conceptos claves. Por ejemplo, no diferenciar entre la ecuación de la recta tangente con la pendiente de ella.

Mostramos dos ejemplos (a) y (b) de respuesta correcta por los estudiantes. Podemos observar que si bien el estudiante obtiene y justifica correctamente la derivada de la función en el punto de abscisa 4, agrega además la ecuación de la recta tangente en dicho punto (b).

(a)



(b)



$$y - y_1 = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} (x - x_1) \quad (4, 1)(2, 2)$$
$$y - y_1 = \frac{2 - 1}{2 - 4} (x - 4)$$
$$y = \frac{-1}{2} (x - 4) + 1$$

En vista de que la segunda recta dijimos que es la correcta, sacamos pendiente de esta (viendo que equivale a la derivada o pendiente) y nos dice que $f'(4) = \frac{-1}{2}$

También, se encontraron errores en las respuestas; en el apartado (a) hubo un error conceptual de no diferenciar una recta secante de una recta tangente. En el apartado (b)

el estudiante justificó correctamente la obtención de $f'(4)$, pero en función de la recta tangente que él consideró en el apartado (a).

(a)

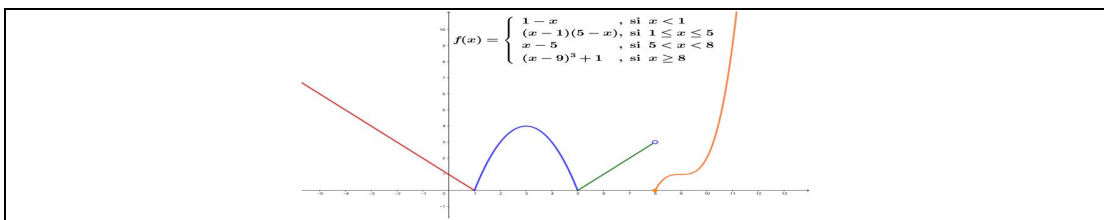
La recta numero 1 permite calcular $f'(4)$ debido a que Intersecta a la función en un solo punto en cambio en la recta 2 intersecta a la función en dos puntos.

(b)

$$m = \frac{1-3}{4-0} = -\frac{2}{4} = -\frac{1}{2}$$

$f'(4) = -\frac{1}{2}$ ya que la derivada es la pendiente de la recta tangente de la función.

Actividad 1.7. Considere la función $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$, tal que:



Determine, justificadamente:

- los valores reales para los cuales $f'(x) = 0$.
- los valores reales para los cuales $f'(x)$ no existe.
- los valores reales para los cuales $f'(x) > 0$.
- los valores reales para los cuales $f'(x) < 0$.

El desarrollo de la actividad 1.7 se encuentra en la página 57. A continuación, en la Tabla III-4 se presentan los resultados obtenidos, en el apartado (a) podemos observar que el 61.5% de los estudiantes respondieron correctamente los puntos en donde la derivada de la función es cero, pero solo 23.1% justificó mediante su interpretación geométrica, es decir, que en los puntos en donde la recta tangente es horizontal su derivada es cero, en el apartado (b) se tiene que el 46.2% indica los puntos en donde la

derivada no existe, pero solo 23.1% no justifica su respuesta. Finalmente, en los apartados (c) y (d) el 53,8% declara los conjuntos en donde la derivada de la función es positiva y negativa, respectivamente, pero solo 15.9% justifica mediante la monotonía de la función.

Tabla III-4: Frecuencias de aciertos de la actividad 1.7 ($n = 26$)

Apartado	Pasos en la resolución del problema	N	%
A	Examinar que el punto de abscisa 3 y 9 las rectas tangentes a la gráfica de f en los respectivos puntos son horizontales.	6	23.1
	Concluir que sus respectivas pendientes son cero, es decir, $f'(3) = 0$ y $f'(9) = 0$.	16	61.5
B	Examinar que los puntos de abscisa 1 y 5 no son suaves, es decir, la función es continua en esos puntos, pero la recta tangente no existe.	6	23.1
	La derivada no existe en los puntos (1,0) y (5,0).	12	46.2
	En $x = 8$ la función no es continua, por lo que no se cumple la condición necesaria para que exista la derivada en ese punto.	2	7.7
	La derivada no existe en el punto (8,0).	18	69.2
C	Observar que la gráfica de f es creciente en los conjunto $A =]1,3[$, $B]5,8[$ y $C =]8, +\infty[-\{9\}$ por lo que en cada punto de estos conjuntos todas las rectas tangentes son crecientes.	4	15.9
	Concluir que las pendientes de las rectas tangentes son positivas en los conjuntos A, B y C, luego $f'(x) > 0$ para todo x que pertenece a dichos conjuntos.	14	53.8
D	Observar que la gráfica de f es decreciente en los conjunto $D =]-\infty, 1[$ y $E =]3,5[$ por lo que en cada punto de estos conjuntos todas las rectas tangentes son decrecientes.	4	15.9
	Concluir que las pendientes de las rectas tangentes son negativas en B y E, luego $f'(x) < 0$ para todo x que pertenece a dichos conjunto.	14	53.8

Fuente: elaboración propia

Actividad 1.8. Determine la ecuación de la recta tangente a la gráfica de $f(x) = \frac{2x}{x^2 - 3x - 6}$ en el punto de abscisa -2 . Justifique su respuesta.

El desarrollo de la actividad 1.8 se encuentra en las páginas 57 y 58. A continuación, en la Tabla III-5 se presentan los resultados obtenidos, podemos observar que el 53.8% de los estudiantes identificaron los elementos necesarios para poder definir la ecuación de la recta tangente, es decir, el punto y la pendiente, el 61.5% determinó de forma correcta la pendiente de la recta tangente a través de la obtención de la función derivada, pero solo el 7.7% justificó adecuadamente. Finalmente, el 38.5% respondió correctamente la ecuación de la recta tangente.

Tabla III-5: Frecuencias de aciertos de la actividad 1.8 ($n = 26$)

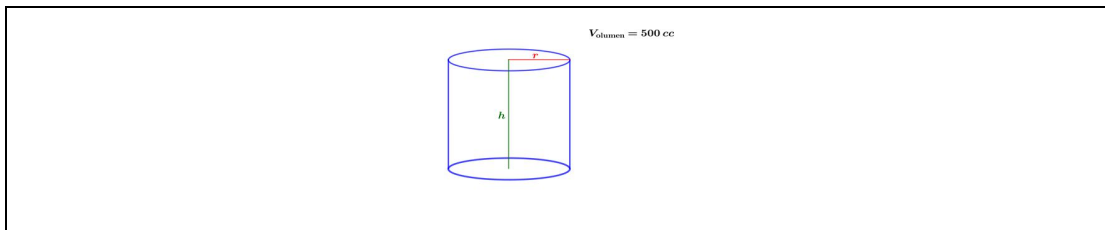
Pasos en la resolución del problema	N	%
Identificar los elementos necesarios para poder definir la ecuación de la recta tangente, es decir, el punto y la pendiente. Para ello se debe encontrar la ordenada del punto de tangencia, es decir, $f(-2) = -1$	14	53.8
Relacionar el concepto de derivada como interpretación geométrica.	2	7.7
Obtener la pendiente de la recta tangente a través de la obtención de la función derivada $f'(x) = \frac{-2x^2-12}{(x^2-3x-6)^2}$, es decir, $f'(-2) = -\frac{5}{4}$	16	61.5
Calcular la ecuación de la recta tangente $L_T: y + 1 = -\frac{5}{4}(x + 2) \Rightarrow y = -\frac{5x}{4} - \frac{7}{2}$	10	38.5

Fuente: *elaboración propia*

3.1.2 ANÁLISIS DE ACTIVIDADES SOBRE PROBLEMAS DE OPTIMIZACIÓN

En la segunda lección se analizan tres actividades, realizadas en el aula y se analizan mediante la frecuencia y porcentajes de aciertos y errores en el procedimiento de cada ítem propuesto.

Actividad 2.2. Supongamos que deseamos construir un envase cilíndrico que contenga 500 centímetros cúbicos de leche utilizando el mínimo material posible. Para ello debemos determinar sus dimensiones, es decir, la altura y el radio, de tal forma que su área sea mínima. Justifique su respuesta.



El desarrollo de la actividad 2.2 se encuentra en la página 63. A continuación, en la Tabla III-6 se presentan los resultados obtenidos, de la cual podemos observar que el 86% de los estudiantes obtuvo la función derivada y calculó el valor crítico, sin embargo, solo el 36.4% aplicó el criterio de la primera derivada para justificar que la función posee un máximo en $r \approx 4.3$, por otra parte, el 50% de los estudiantes dio respuesta al problema, es decir, indicó claramente las dimensiones del cilindro que permiten que su área sea mínima, pero cabe destacar que de este porcentaje el 22,7% lo hizo sin justificar mediante el criterio.

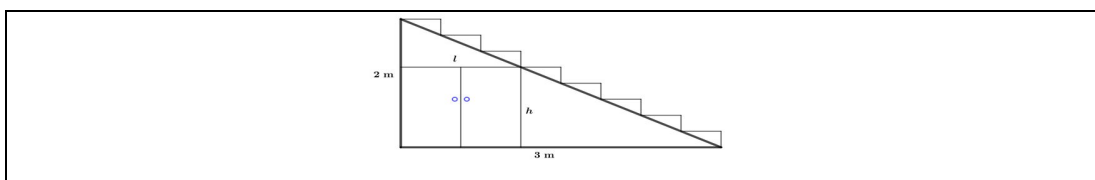
Tabla III-6: Frecuencias de aciertos de la actividad 2.2 ($n = 44$)

Pasos en la resolución del problema	N	%
Determinar la función primera derivada	38	86
Obtener el valor crítico	38	86
Aplicar el criterio de la primera derivada	16	36.4
Determinar el máximo de la función	16	36.4
Concluir y dar respuesta al problema	22	50

Fuente: elaboración propia

Actividad 2.4. En una casa queda un espacio debajo de la escalera donde se desea construir un mueble rectangular (el frente del mueble es un rectángulo).

La base del espacio mide 3 metros y la altura es de 2 metros, como se muestra en la figura.



- ¿Cuáles deben ser las dimensiones del mueble para maximizar el área frontal ocupada?
- ¿Cuál es el área frontal máxima del mueble?

A continuación, en la Tabla III-7 se presentan los resultados obtenidos, de la cual podemos observar que el 100% de los estudiantes identificó claramente la ecuación principal que permite resolver el problema de optimización, sin embargo, el 35.7% de los estudiantes lo hizo con algún error algebraico. Por otra parte, el 85.7% encontró los puntos máximos o mínimos de la función correctamente, pero el 21.4% no justificó la obtención de éstos mediante el criterio de la primera o segunda derivada. De los estudiantes que respondieron correctamente la obtención de los extremos relativos (64.3%), el 88.9% justificó mediante el criterio de la segunda derivada. Finalmente, si bien el 100% de los estudiantes dio respuesta al problema planteado el 44.6% lo hizo correctamente.

Tabla III-7 : Frecuencias de aciertos de la actividad 2.4 (n = 56)

Pasos en la resolución del problema	N	%
Asignar símbolos a todas las magnitudes	52	92.9
Escribir la ecuación principal para la magnitud que debe ser optimizada	32	57
Reducir la ecuación principal a una ecuación con sólo una variable independiente	52	92.9
Determinar el dominio de la ecuación principal	4	7.1
Determinar la función primera derivada	56	100
Obtener los valores críticos	48	85.7
Aplicar el criterio de la primera derivada o segunda derivada	44	78.6
Determinar el máximo o mínimo de la función	48	85.7
Dar respuesta al problema	56	100

Fuente: elaboración propia

A continuación, se presenta una tabla más detallada respecto a los tipos de errores cometidos y el número de estudiantes que omitieron la pregunta.

	Si	No	Error numérico	Error conceptual	Omite
Define función	32	24	8	16	0
Determina 1era derivada	56	-	-	-	0
Obtiene valores críticos	48	-	-	-	8
Extremos relativos	44	4	-	4	8
Determina punto máximo	48	-	-	-	8
Concluye	25	31	-	-	-

Se muestra en la siguiente figura el desarrollo correcto de un estudiante.

Handwritten student work on graph paper showing a math problem about maximizing the area of a furniture piece. The diagram shows a right-angled triangle with a hypotenuse of 3m and a vertical side of 2m. A rectangular furniture piece is inscribed within it, with length L and height h . The student derives the area function $A_m = \frac{6-2L}{3} \cdot L$, finds the maximum at $L = \frac{3}{2}$, and concludes the maximum area is $\frac{3}{2} \text{ m}^2$.

Handwritten notes and equations:

$$\frac{2}{h} = \frac{3}{3-L} \rightarrow \begin{aligned} 2(3-L) &= 3h \\ 6-2L &= 3h \\ \frac{6-2L}{3} &= h \end{aligned}$$

$$A_m = \left(\frac{6-2L}{3}\right) \cdot L$$

$$f'(A_m) = -\frac{4L+6}{3} = 0 \quad \left| \begin{aligned} -4L+6 &= 0 \\ 6 &= 4L \\ \frac{6}{4} &= L \\ \frac{3}{2} &= L \end{aligned} \right.$$

$$A_m = h \cdot L \quad \left| \begin{aligned} \frac{2}{h} &= \frac{3}{3-L} \end{aligned} \right. \text{ thales.}$$

$$\begin{aligned} 2(3-L) &= 3h \\ 6-2L &= 3h \\ \frac{6-2L}{3} &= h \end{aligned}$$

$$f''(A_m) = -\frac{4}{3} \quad f'(A_m) < 0 \quad \frac{3}{2} = L \text{ es un máximo}$$

$$\frac{2}{h} = \frac{3}{3-\frac{3}{2}} = \frac{2}{\frac{3}{2}} = \frac{2}{h} = \frac{6}{3} \quad \frac{2}{h} = 2 \quad 2 = 2h \quad h = 1$$

* L que es la base tiene que tener medir $\frac{3}{2} \text{ m}$ y h que es la altura debe medir 1 m .

$A_m = 1 \cdot \frac{3}{2} \text{ m}$ * El Área Máxima del Mueble es $\frac{3}{2} \text{ m}^2$
 $A_m = \frac{3}{2} \text{ m}^2$

Actividad 2.5. Se desea construir una caja de volumen máximo, sin tapa, considerando una superficie rectangular de 25 cm de largo por 20 cm de ancho. Para ello, se recortará un cuadrado de lado x en cada esquina y se doblará la hoja levantando los cuatro laterales de la caja.



- Represente la función que le permitirá optimizar el volumen de la caja.
- Encuentre el lado del cuadrado cortado para que el volumen de la caja resultante sea máximo. Exprese su respuesta con una cifra decimal.
- ¿Cuál es ese volumen máximo de la caja? Justifique su respuesta.

A continuación, en la Tabla III-8 se presentan los resultados obtenidos, de la cual podemos observar que en el apartado (a) el 100% de los estudiantes construyó correctamente la función que le permitirá optimizar el volumen de la caja, sin embargo, solo el 10% determinó el dominio de la función, es decir, los valores para los que el problema planteado esté bien definido. En el apartado (b) el 90% de los estudiantes obtuvo los valores críticos y el otro 10% igualó la segunda derivada a cero, olvidando la definición de punto crítico, además el 83% de los alumnos utilizó el criterio de la primera derivada (18%) o el criterio de la segunda derivada (82%) lo que es más habitual, el 85% justificó adecuadamente el máximo de la función y finalmente en el apartado (c) el 78% respondió el volumen máximo de la caja de forma correcta, cabe destacar que el 17% dio concluyó el problema pero de forma no certera y el 5% no contestó dicho ítem.

Tabla III -8 : Frecuencias de aciertos de la actividad 2.5

Apartado	Pasos correctos en la resolución del problema	N	%
A	Asignar símbolos a todas las magnitudes	40	100
	Escribir la ecuación principal para la magnitud que debe ser optimizada	36	90
	Reducir la ecuación principal a una ecuación con sólo una variable independiente	40	100
	Determinar el dominio de la ecuación principal	4	10
B	Determinar la función primera derivada	40	100
	Obtener los valores críticos	36	90
	Aplicar el criterio de la primera derivada o segunda derivada	33	83
	Determinar el máximo de la función	35	85
C	Determinar el volumen máximo de la caja	31	78

El objetivo de este capítulo fue describir por medio del análisis de algunas actividades en cada lección, el significado implementado durante el proceso de estudio y detectar algunas dificultades en el desarrollo de éstas.

Por otra parte, comparada con las propuestas tradicionales el uso de dispositivos didácticos (manipulativos y computacionales, unido a la plataforma) aumentó las posibilidades de exploración del objeto matemático de estudio.

Respecto a la idoneidad cognitiva del proceso, que se desprende del análisis de la observación, podemos apreciar que, aunque las actividades propuestas acercan al estudiante al concepto de derivada mediante diferentes representaciones todavía quedan puntos difíciles para ellos. Por ejemplo, el estudiante en general no justifica la obtención de la derivada de una función en un punto particular, es decir, olvida relacionarla con su interpretación geométrica.

3.2 ANÁLISIS DE LOS CONDICIONANTES DE LOS RESULTADOS DEL PROYECTO

En la revisión realizada por Pino Fan, Castro, Godino, Font (2013) a una muestra de textos sugeridos en el currículo de matemáticas en los cursos de Bachillerato en México, se analiza cómo se aborda el concepto de derivada en estos libros, en el cual se puede destacar, el predominio del lenguaje simbólico e intentos de vincularlos con elementos gráficos para la representación de algunas definiciones y, por otro lado, que se basa principalmente en el concepto de límite. En nuestro contexto, el curso de Cálculo I, no está muy alejado de dicha realidad, las referencias bibliográficas mínimas y complementarias, también poseen en alto porcentaje de representaciones simbólicas por sobre las gráficas y muy pocas computacionales. Los listados de ejercicios que se presentan en este curso son mayoritariamente descontextualizados y de desarrollo mecánico, los ejercicios propuestos en esta unidad son mayoritariamente algebraicos y

no se obtiene la derivada de una función en un punto particular de forma gráfica. Además, las evaluaciones se centran en problemas algorítmicos y algebraicos.

Este proceso de estudio ha presentado una oferta más amplia de representaciones asociadas al concepto de derivada, que puede favorecer a una conformación más holística de este objeto matemático.

3.2.2 Resultados del cuestionario de apreciación de la metodología implementada

Concluida la intervención con los estudiantes de Ingeniería Civil en Informática, se procedió a la aplicación de un cuestionario flipped classroom (Anexo 2) que tiene por objetivo conocer la opinión sobre la innovación metodológica implementada en la asignatura de Cálculo I. La validación de este cuestionario fue realizada por el equipo de carrera de pedagogía en biología y ciencias naturales de la Universidad del Bio Bio sede Chillan con consultas a 9 Académicos expertos en Metodología Flipped Classroom entre los cuáles participaron dos académicas de la UCSC, la dra Alejandra Nocetti de la Barra y dra. Maite Otindo Briceño (c).

La encuesta fue respondida por 31 estudiantes de las 2 secciones del curso: 17 de la sección 01 y 14 de la sección 02.

Esta encuesta consta de 23 ítems, en los cuales el estudiante debe indicar su acuerdo con la afirmación dada, según la siguiente escala Likert 4 puntos.

Tabla III-9 : Cuadro homologación

Puntaje numérico	Categoría
1 punto	Muy en desacuerdo
2 puntos	En desacuerdo
3 puntos	De acuerdo
4 puntos	Muy de acuerdo

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, los ítems se dividen en tres subescalas:

- Subescala Recurso y Aprendizaje: 11 preguntas (de la 1.1 a la 1.11).
- Subescala Aprendizaje en el Aula: 7 preguntas (de la 2.1 a la 2.7)
- Subescala Valoración de la Metodología: 5 preguntas (de la 3.1 a la 3.5)

A continuación, se presenta un análisis de los resultados obtenidos en cada sub-escala.

Subescala Recurso y Aprendizaje

La Tabla III-10 contiene los 11 ítems de esta subescala junto con la frecuencia absoluta de respuestas de los estudiantes. Por motivos visuales, los ítems de la encuesta aparecen resumidos, la encuesta completa se encuentra en el anexo 2.

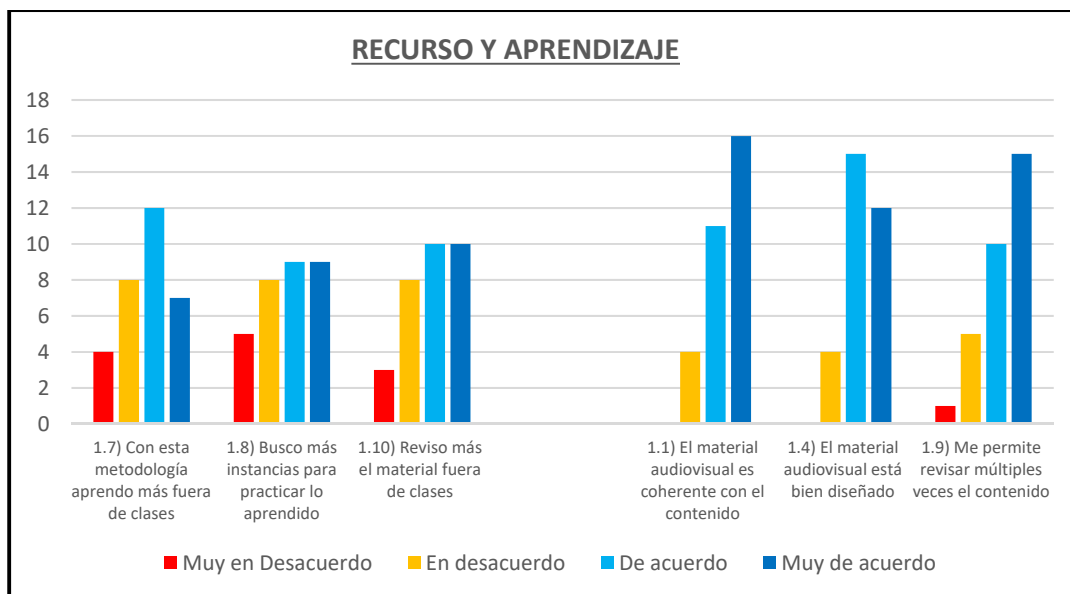
Tabla III-10: *Subescala recurso y aprendizaje*

Ítems	1	2	3	4
1.1) El material audiovisual es coherente con el contenido	0	4	11	16
1.2) La duración del material audiovisual es adecuado	0	4	12	15
1.3) El material audiovisual es motivador	2	7	15	7
1.4) El material audiovisual está bien diseñado	0	4	15	12
1.5) El material audiovisual es comprensible	2	6	10	13
1.6) Con esta metodología me preparo más para ir a clases	3	8	13	7
1.7) Con esta metodología aprendo más fuera de clases	4	8	12	7
1.8) Busco más instancias para practicar lo aprendido	5	8	9	9
1.9) Me permite revisar múltiples veces el contenido	1	5	10	15
1.10) Reviso más el material fuera de clases	3	8	10	10
1.11) Aumenta el tiempo que empleo para comprender el contenido	3	5	14	9

Fuente: *elaboración propia*

El gráfico 3-1 muestra un resumen de las respuestas con mayor grado de desacuerdo y mayor grado de acuerdo.

Gráfico 3-1: Subescala recurso y aprendizaje



Fuente: *Elaboración propia en base a 31 participantes.*

Se puede apreciar que los ítems con respuestas más bajas son los que tiene relación con la autonomía de los estudiantes en el uso de los recursos, mientras los ítems con respuestas más altas son aquellos donde se evalúa la calidad de dichos recursos.

El gráfico parece detectar la existencia de un grupo que reconoce la calidad del material, pero que a su vez no lo usa. Esto confirmaría la necesidad de usar metodologías activas a la par de desarrollar la autonomía de los estudiantes.

Subescala Aprendizaje en el Aula

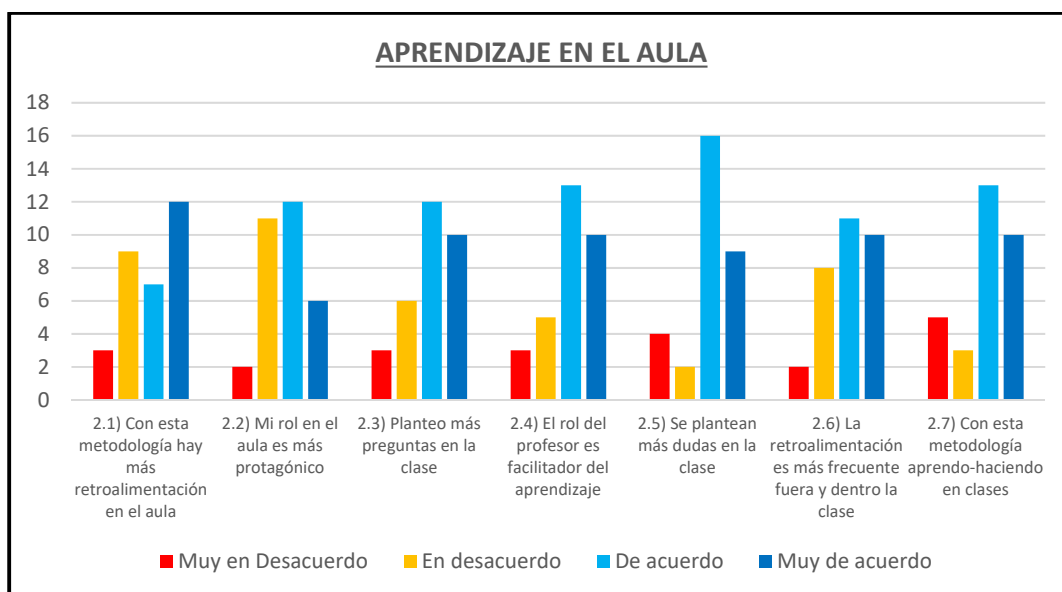
La Tabla III-11 contiene los 7 ítems de esta subescala junto con la frecuencia absoluta de respuestas de los estudiantes. Nuevamente, los ítems de la encuesta aparecen resumidos.

Tabla III-11: Subescala aprendizaje en el aula

Ítems	1	2	3	4
2.1) Con esta metodología hay más retroalimentación en el aula	3	9	7	12
2.2) Mi rol en el aula es más protagónico	2	11	12	6
2.3) Planteo más preguntas en la clase	3	6	12	10
2.4) El rol del profesor es facilitador del aprendizaje	3	5	13	10
2.5) Se plantean más dudas en la clase	4	2	16	9
2.6) La retroalimentación es más frecuente fuera y dentro la clase	2	8	11	10
2.7) Con esta metodología aprendo-haciendo en clases	5	3	13	10

Fuente: elaboración propia

Gráfico 3-2: Subescala aprendizaje en el aula



Fuente: Elaboración propia en base a 31 participantes.

El gráfico 3-2 contiene un histograma con la misma información de la tabla anterior, sin embargo, en él se aprecia más claramente las tendencias en cada ítem. Es interesante notar que si bien la gran mayoría está de acuerdo o muy de acuerdo (81%) que se

platean más dudas en clases (ítem 2.5), siendo el ítem con mayor aprobación; un grupo importante de estudiantes (29%) está en desacuerdo o muy en desacuerdo con el ítem “planteo más preguntas” (ítem 2.3). Es decir, existe un grupo de estudiantes que pareciera afirmar: “si bien hay más participación, yo no participo más”. Un grupo similar de estudiantes (26%) indica no estar de acuerdo con el ítem “aprendo-haciendo en clases” (ítem 2.7), sin embargo, un 74% sí está de acuerdo o muy de acuerdo con esa afirmación. Esto nos podría estar hablando de las diferencias en los estilos de aprendizaje de los estudiantes.

Subescala Valoración de la Metodología

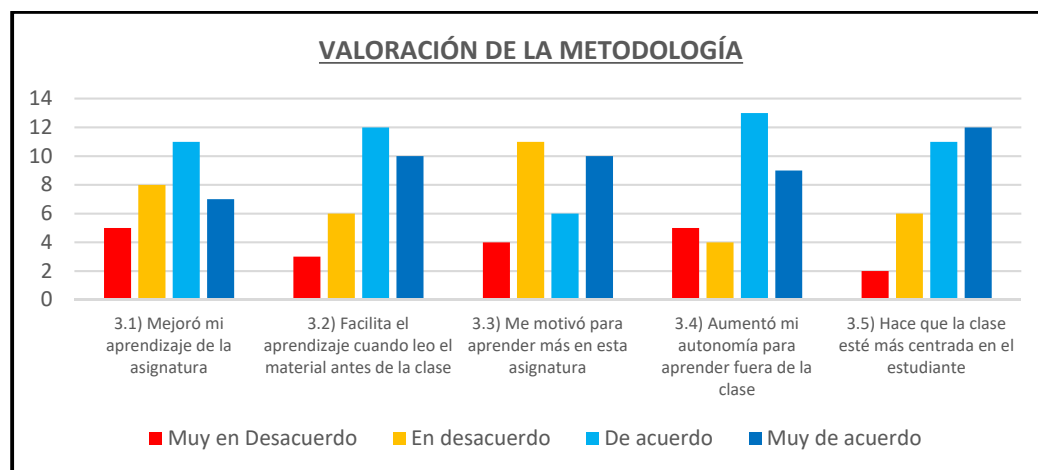
La Tabla III-12 contiene los 5 ítems de esta subescala junto con la frecuencia absoluta de respuestas de los estudiantes. Al igual que en las tablas anteriores, los ítems de la encuesta aparecen resumidos.

Tabla III-12 : *Subescala valoración de la metodología*

Ítems	1	2	3	4
3.1) Mejoró mi aprendizaje de la asignatura	5	8	11	7
3.2) Facilita el aprendizaje cuando leo el material antes de la clase	3	6	12	10
3.3) Me motivó para aprender más en esta asignatura	4	11	6	10
3.4) Aumentó mi autonomía para aprender fuera de la clase	5	4	13	9
3.5) Hace que la clase esté más centrada en el estudiante	2	6	11	12

Fuente: *elaboración propia*

Gráfico 3-3: Subescala valoración de la metodología



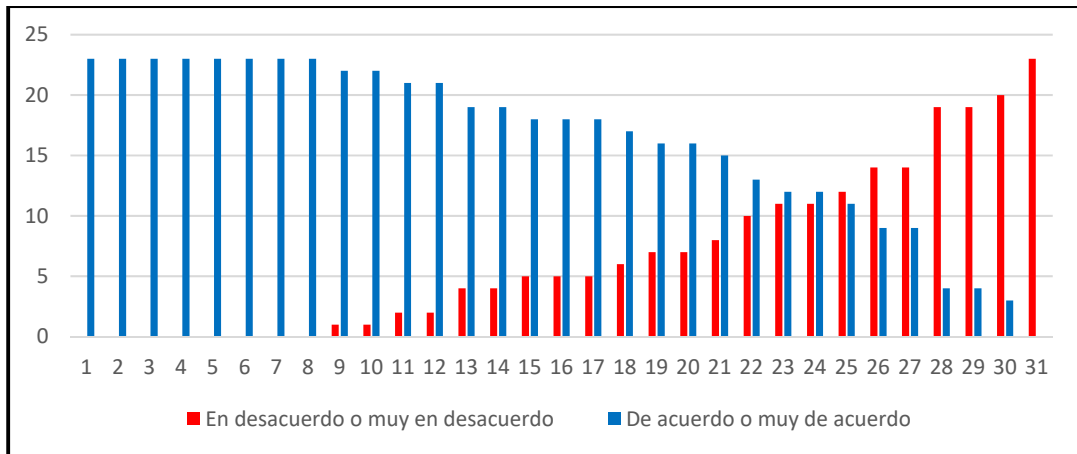
Fuente: *Elaboración propia en base a 31 participantes.*

El gráfico 3-3 contiene un histograma que resume estos resultados. En este histograma se aprecia un efecto que podría parecer contradictorio. Mientras la gran mayoría de los estudiantes está de acuerdo o muy de acuerdo con que la metodología: “facilita el aprendizaje al leer el material antes” (71%, ítem 3.2), “aumentó mi autonomía...” (71%, ítem 3.4) y “hace la clase más centrada en el estudiante” (71%, ítem 3.5); en contraste, las mayores respuestas en desacuerdo o muy en desacuerdo son contra las afirmaciones que la metodología “mejoró mi aprendizaje” (42%, ítem 3.1) y “me motivó para aprender más” (48%, ítem 3.3). Es decir, un grupo importante de estudiantes piensa que la metodología es buena, pero se podría interpretar que quizás no se adecua a sus estilos de aprendizajes.

Como una forma de corroborar si existen ciertos patrones en las respuestas de los estudiantes, se construyó un gráfico donde se analizan las respuestas de cada uno de los 31 estudiantes que respondieron la encuesta. Las barras azules representan la cantidad de ítems (de los 23) en que un estudiante se manifestó de acuerdo o muy de acuerdo. Las barras rojas indican la cantidad de ítems en que el estudiante se manifestó en desacuerdo o muy en desacuerdo.

Los estudiantes fueron ordenados de mayor a menor cantidad de respuestas favorables, lo cual se aprecia en el gráfico 3-4. Se dividimos este gráfico en 4 secciones de aproximadamente 8 estudiantes cada una, podemos observar la existencia de patrones: en un primer grupo (cuartil de más a la izquierda) los estudiantes están 100% de acuerdo con todos ítems de la encuesta; el segundo cuartil (estudiantes 9 al 17) muestra que las respuestas favorables dominan claramente a las desfavorable; en el tercer cuartil (estudiantes 18 al 24) la presencia de respuestas favorables sigue dominando, sin embargo las respuestas desfavorables a la metodología tienen una presencia importante; finalmente, en el último cuartil (estudiantes 25 al 31) pasan a dominar las respuestas desfavorables a la metodología.

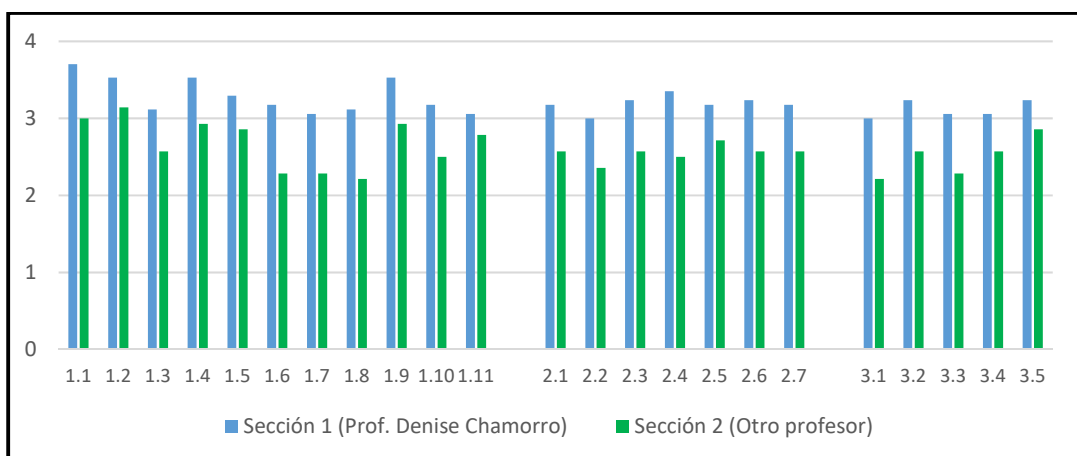
Gráfico 3-4: análisis del cuestionario por estudiante



Fuente: *elaboración propia*

Finalmente, se realizó un análisis para determinar si existía alguna diferencia en las respuestas de los estudiantes entre las dos secciones del curso. El gráfico 3-4 muestra el promedio de las respuestas (asignado un valor 1, 2, 3 y 4 a las respuestas, desde muy en desacuerdo a muy de acuerdo, respectivamente) para cada ítem y para cada sección. Se puede apreciar que para cada de los ítems de las 3 subescalas el promedio de respuestas es levemente superior en la sección 1.

Gráfico 3-5: promedio por pregunta por sección



Fuente: *elaboración propia*

Finalmente, se les consultó a los estudiantes:

¿Qué tipo de ventajas reconoces al incorporar la metodología Flipped Classroom en la asignatura? las respuestas se indican a continuación:

Una forma de entender más didáctica
Se entiende más y se practica más
El trabajo en equipo
El método de evaluación es mucho más diverso, por lo que el aprendizaje es más dinámico, además de promover el trabajo en equipo
Una de las ventajas, es que se tiene un mayor acceso al material en distintos lugares. Además este material facilita en cierta parte el aprendizaje autónomo
Fomenta la autonomía a la hora de reforzar o aprender el contenido
Te ayuda a ser más autónomo y buscar la materia para el aprendizaje propio
Se estimula el aprendizaje fuera del aula. Es más eficaz y productivo, debido a que uno llega solo a ejercitar
Mejor entendimiento de las materias expuestas e clases, con el apoyo del docente.
Qué para poder aprender realmente necesito buscar mucho más material que el de la clase, en ese aspecto los videos apoyan mucho
Es ventajoso porque se trabaja más en grupo en clases y obliga estudiar más antes de clase
Innovadora
La forma de aplicarla a problemas reales
Trabajo en equipo
Fuerza al estudiante a estudiar fuera de las horas de clases
Enfoque más hacia el estudiante con el profesor como subordinado para responderle cualquier duda
Pude entender la materia de mejor manera
Que se aprende aun no estando en clases , y así podemos adelantar para ver si tenemos dudas y consultarlas en clases
Recibimos mucho más material que podemos repasar más tarde
Se hacen más prácticas las clases
Que está bien si este video fuera con clases normal (no en paro) porque tuve muchas dudas de cómo
Que hay mayor material de estudio y preparación para las clases
Mayor comprensión en clases
Que nos permite estudiar de manera autónoma
Mayor trabajo práctico de parte de mis compañeros y yo

Cabe señalar que la respuesta de 5 estudiantes indicó que no encontró ventajas en dicha metodología.

Por otra parte, también se les consultó por las dificultades y/o problema que experimentaron con la implementación de la metodología Flipped Classroom en la asignatura. Las respuestas se presentan a continuación:

Poca explicación y entendimiento de la materia
Demanda demasiado tiempo y el aprendizaje es limitado aprendí más por mi cuenta que por la metodología
Por métodos de enseñanza
Al inicio el adaptarse al modelo de enseñanza
Por los métodos de enseñanza, teniendo solo una catedra a la semana, no es suficiente
Una de las dificultades es la automotivación que se tiene fuera del aula, ya que al tener los que ver los videos fuera del aula existen una gran cantidad de distractores lo que provoca que dichos videos no se vean
Que no veía los videos que me enviaron para estudiar en casa
Toma un poco más de tiempo conectarse con la clase debido al cambio de la metodología.
Entender la materia relacionada con la unidad fue el mayor problema
El tiempo en que demoraba en contestar mis dudas.
Poca costumbre en acceder a la información de la plataforma.
Requiere más tiempo de trabajo este método
A veces los conceptos teóricos les falta explicación
No entendía por momentos ciertas cosas
Frustración al no entender la materia hasta llegar a clases
Genera más dudas por el hecho de analizar el texto de manera autónoma sin el profesor explicando
El estudio individual es mucho más difícil que el estudio con profesores.
No se comprenden completamente algunos contenidos debido a que son más ejercicios que materia
Las dificultades que tuve yo, fue que al ver el video no logre entender cómo aplicar las formulas, se necesita de ejemplos como para entender lo que fue explicado en el video
Muchas dudas respecto a la materia, no fui capaz de completar las guías hasta el final
No aprendía tanto la materia como en las clases normales
Los videos no explican realmente los problemas que se me piden resolver en los talleres y clases evaluadas, por lo que tengo que recurrir a medios apartados de la universidad para poder aprender. Opino que, si la materia fuese explicada en su totalidad en los videos, y que se incluyese los ejercicios que veremos o hemos visto en clase, el sistema podrá mejorar enormemente

Es necesario destacar que 9 estudiantes respondieron que no tuvieron dificultades con la implementación de esta metodología.

Como conclusión, los resultados obtenidos están en coherencia con el propósito de la intervención, que es, introducir una estrategia de enseñanza no tradicional del Cálculo I, cuya enseñanza se focalice en la participación más activa del estudiante.

3.2.2 Resultados de Encuesta de Desempeño Docente en el Aula

En la UCSC, al finalizar un semestre académico, cada docente es evaluado en su desempeño en el aula por sus estudiantes. A continuación, presentamos un resumen de los resultados por dimensión de esta encuesta en la asignatura de Cálculo I a dos profesores participantes de este proyecto. Cabe mencionar que la encuesta tuvo una cobertura alcanzada en la actividad curricular superior al 30%.

Dimensiones	Profesor sección 01	Profesor sección 02
Planificación de la sesión	Muy bueno	Muy bueno
Metodologías utilizadas para el aprendizaje	Destacado	Destacado
Evaluación del aprendizaje	Destacado	Destacado
Actitudes para el desempeño docente / clima en el aula	Muy bueno	Destacado

En esta evaluación podemos apreciar que en las dimensiones: metodologías utilizadas para el aprendizaje y evaluación del aprendizaje, los docentes han sido evaluado con la categoría “destacado”, esto quiere decir que, demuestran en la implementación de sus actividades curricular la utilización de metodologías que permiten al estudiante ser protagonista de su aprendizaje y los guía en el proceso reflexivo en cuanto al propio desempeño y el de sus compañeros, además los estudiantes evidencian en el desempeño de los docentes que han planificado las evaluaciones en relación con los resultados de aprendizaje y las pautas o criterios que utilizará. Finalmente, los estudiantes manifiestan que las evaluaciones dan cuenta de su proceso de aprendizaje.

La Tabla III-13 especifica la frecuencia de respuestas a tres preguntas de la dimensión metodologías utilizadas para el aprendizaje, de los dos profesores, en el cual para obtener las respuestas de los estudiantes se considera la siguiente escala.

	Categoría
MA	Muy de acuerdo
DA	De acuerdo
NN	Ni en acuerdo ni en desacuerdo
ED	En desacuerdo
MD	Muy en desacuerdo

Fuente: *elaboración propia*

Tabla III-13 : *Detalle de los resultados por pregunta y dimensión*

Metodologías utilizadas para el aprendizaje	MA	DA	NN	ED	MD
Desarrolla actividades que facilitan mi aprendizaje autónomo	28	4			
Realiza actividades que favorecen el aprendizaje colaborativo entre mis compañeros	30	2			
Propone actividades reflexivas para mi aprendizaje	29	3			

Fuente: *elaboración propia*

De la tabla III-13 podemos observar que la mayoría de los estudiantes están muy de acuerdo que en clases se desarrollan actividades que facilitan el aprendizaje autónomo, se realizan actividades que favorecen el aprendizaje colaborativo entre los compañeros y se proponen actividades reflexivas para el aprendizaje, por parte de los docentes participantes de este proyecto.

A lo largo de este capítulo se ha analizado el proceso de las actividades resaltando el grado de correspondencia de apropiación de los elementos importantes de la derivada de acuerdo a los objetivos propuestos.

CAPÍTULO IV
CONCLUSIONES

En este trabajo se ha presentado el diseño, implementación y evaluación de un método de estudio sobre la enseñanza de la derivada en estudiantes universitarios. A continuación, se mencionan las conclusiones respecto a los objetivos propuestos y las contribuciones más importantes de la eficacia del proceso de estudio. Por último, se indican las implicaciones para la enseñanza de las derivadas en un curso de cálculo diferencial.

4.1 Contrastación de resultados con los objetivos de intervención

El objetivo general pretendido fue diseñar, implementar y evaluar la metodología flipped classroom en la interpretación geométrica de la derivada y su efecto de aprendizaje en estudiantes de Ingeniería Civil en Informática (Pág. 51).

Se ha intentado responder a este objetivo mediante la implementación y evaluación del proceso de estudio del objeto matemático “derivada”, el cual se divide en tres objetivos específicos, los que se tratará de justificar el grado de cumplimiento de cada uno.

O1. *Seleccionar los elementos de significado de la derivada más adecuados para el diseño de una propuesta didáctica, definiendo representaciones didácticas diferenciadas viables para el desarrollo de los resultados de aprendizaje con uso de materiales y recursos tecnológicos.*

En el capítulo 2, a partir del estudio de los conceptos y propiedades relacionada con la derivada, se diseñó la propuesta innovadora de enseñanza de la derivada considerando un acercamiento global del concepto de la derivada, mediante **tres representaciones**: manipulativa (actividad 2.6), computacional utilizando softwares matemáticos (Symbolab, WolframAlpha), applets y códigos Quick Response (QR) (en el 75% de las actividades), y algebraicos (en el 75% de las actividades).

O2. *Desarrollar la metodología flipped classroom en la asignatura de Cálculo I, que permita mejorar la calidad del proceso de formación de los estudiantes de primer año de Ingeniería Civil Informática.*

En el capítulo III se describe la experiencia del proceso de estudio diseñado en un curso de Cálculo para estudiantes universitarios, en el que participaron 70 estudiantes, teniendo en cuenta que no todos los estudiantes están presentes en todas las sesiones.

En este proceso de estudio, se incluyó actividades de ampliación que guían de forma inductiva la comprensión de las derivadas y la búsqueda de soluciones a problemas de optimización. Además, la integración de nuevas tecnologías (ordenadores, TIC) permitió ampliar la parte algebraica mediante la representación computacional de la derivada conectándola con su interpretación geométrica, sumado también que el estudiante se acercó a este objeto matemático a través de una representación manipulativa que permitió, por ejemplo, construir una caja de volumen máximo. Con todo esto, podemos desprender que este proceso de estudio incorporó estrategias didácticas novedosas e integró el uso de las TIC.

O3. *Evaluar la comprensión adquirida sobre la derivada en los estudiantes de ingeniería y valorar la eficacia del proceso de estudio implementado con flipped classroom.*

Finalizada la implementación se llevó a cabo el análisis de una muestra de evaluaciones desarrollados por los estudiantes en aula, del cual se puede destacar lo siguiente: de las actividades implementadas en la lección 1 un grupo importante de estudiantes desarrolló correctamente los problemas de forma algebraica, pero muchos no justificaron sus respuestas. A diferencia de la primera lección, en la lección 2 hubo un aumento en el porcentaje de actividades desarrolladas con pasos correctos en el procedimiento de la solución con su respectiva justificación. Cabe señalar, que una dificultad frecuente de la lección 2, fue que los estudiantes concluyeron los puntos

máximos o mínimos de una función sin utilizar criterios, pero que mejoró sustancialmente en la actividad 2.5.

Además, se analizó la percepción de los estudiantes frente a esta metodología implementada mediante un cuestionario, del cual podemos apreciar que un grupo importante valora positivamente la metodología, es decir, destaca que se promueve en el aula el desarrollo de actividades que facilitan el aprendizaje autónomo, la interacción social y la resolución de problemas de forma colaborativa entre compañeros, favoreciendo la comunicación entre los estudiantes, que además el profesor posee más tiempo para individualizar la enseñanza y es una metodología centrada en el estudiante, pero también un grupo importante de estudiantes no se siente motivado a revisar el material fuera de aula y que su rol no fue más protagónico con esta metodología, es decir, ellos declaran que no hubo mayor responsabilidad del estudio previo y durante la clase.

De esta manera y de acuerdo a las debilidades encontradas en el diagnóstico hubo mejora tanto en el compromiso y motivación en las distintas actividades propuestas como en el aumento de variadas argumentaciones de tipo algebraica, manipulativa y computacional y además de un mejor aprovechamiento del tiempo, ambiente de estudio y solicitud de ayuda de pares y profesores.

Cabe destacar que la característica común de estos estudiantes es su alto grado de desmotivación y sus competencias matemáticas débiles. Los métodos tradicionales que se desarrollan en los cursos de ciencias básicas conllevan altos grados de reprobación, especialmente en la asignatura de Cálculo I, una posible causa es que el objetivo del curso es evaluar conocimientos y destrezas algebraicas y no se potencia habilidades, análisis crítico y actitudes que permitan favorecer al futuro profesional. En relación a los fines de enseñanza, una primera evidencia de implicación de los estudiantes en el proceso de estudio fueron los resultados de la encuesta de evaluación del desempeño docente en el aula de Cálculo I, cuya evaluación fue destacada en la dimensión de metodologías utilizadas para el aprendizaje y evaluación del aprendizaje.

4.2 Reflexión y proyecciones de la intervención

El desarrollo de esta tesis presenta algunas contribuciones a la enseñanza del Cálculo en el nivel universitario.

En primera instancia, se presentó un diagnóstico del problema, en el cual se pudo observar debilidad en casi todos los aspectos relacionados con motivación y estrategias de aprendizaje, luego se expuso una descripción detallada del diseño de un proceso de estudio sobre el tema dirigidos a ingenieros, en donde, se elaboraron problemas replicados o adaptados de libros de textos de matemáticas, con un enfoque más gráfico. Estas actividades planteadas en las dos lecciones, podrían ser base para la construcción de otros tipos de evaluación. Además, se pone a disposición de profesores una medida del grado de comprensión adquirido por los estudiantes.

En relación a la docencia, este trabajo proporciona evidencia de los distintos factores que deberían tenerse presente al momento de preparar la lección de las derivadas, considerando, por un lado, más de una forma de comunicar el objeto matemático y, por otro lado, incorporando los recursos tecnológicos a la enseñanza.

Por último, como en cualquier innovación didáctica, este trabajo tiene limitaciones, en cuanto al tipo y número de estudiantes y tiempo limitado en la enseñanza. Se espera, por tanto, que otros docentes puedan continuar este estudio, en puntos concretos tales como, mejorar los instrumentos de evaluación, continuar el estudio de la comprensión de la derivada y sus aplicaciones a problemas de optimización, así como a otros conceptos también relacionados a este concepto tales como: variaciones relacionadas y la diferencial. Además, se puede considerar una metodología de clase invertida dentro del aula, en donde si bien lo primordial sea que el estudiante adopte un rol más protagónico en su aprendizaje, pueda requerir del profesor cuando lo necesite.

Por otro lado, podemos concluir que, si bien los objetivos macros de la intervención se han cumplidos, se evidencia que la metodología flipped classroom demanda una mejor selección de las actividades a desarrollar en las clases presenciales, por ejemplo, las

actividades evidenciaron débilmente la diferencia entre pendiente positiva de la recta tangente en un punto de la curva (concepto local) y los intervalos de crecimiento.

Cabe mencionar que en este trabajo no se observaron diferencias significativas en los rendimientos de este grupo de estudiantes comparado con el histórico de reprobación presente en la carrera de Ingeniería Civil en Informática.

Finalmente, se sugiere para una replicabilidad futura, establecer un plan de seguimiento para ver el impacto real de los estudiantes bajo esta metodología flipped classroom y compararlos con un grupo sometido a una metodología tradicional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, C., Manzano, A., Martínez, I., Lozano M., & Casiano, C. (2017). EL MODELO FLIPPED CLASSROOM. Universidad de Almería. *International Journal of Developmental and Educational Psychology INFAD Revista de Psicología*, 4(1) 261-266. doi: <https://doi.org/10.17060/ijodaep.2017.n1.v4.1055>
- Ahumada, M. E. (2013). Las Tic en la Formación basada en Competencias. *Revista Universidad de la Salle*, (60), 141-157. Recuperado de <http://revistas.lasalle.edu.co/index.php/ls/article/view/2388/2133>
- Asiala, M., Cottrill, J., Dubinsky, E., & Schwingendorf, K. (1997). The development of student's graphical understanding of the derivate. *Journal of Mathematical Behavior* 16 (4), 399-431.
- Azcárate, C. (1990). *La velocidad: introducción al concepto de derivada* (Tesis de doctorado), Universitat Autònoma de Barcelona.
- Balcaza, T., Contreras, A., & Font, V. (2017). Análisis de Libros de Texto sobre la Optimización en el Bachillerato. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 31(59), 1061-1081.
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of educational objectives* (Vol. 2). New York: Longmans, Green.
- Bowden, J. y Marton, F. (2011). *La Universidad, un espacio para el aprendizaje: más allá de la calidad y la competencia*. Madrid, España: Editorial Narcea.

- Cardozo, A. (2008). Motivación, aprendizaje y rendimiento académico en estudiantes de primer año universitario. *Laurus*, 14(28), 209-237.
- Castro, W. F., Cadavid, G., & Pino-Fan, L. (2015). Significados para la derivada en un curso universitario de matemáticas. *XIV CIAEM-IACME*, Chiapas, México.
- Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación (DGTIC) (2014). *Matriz de habilidades digitales*. México: Coordinación del Programa h@ bitat puma- -UNAM. Recuperado de <https://goo.gl/zN8qzt>.
- Font, V. (2009). Formas de argumentación en el cálculo de la función derivada de la función $f(x) = x^2$ sin usar la definición por límites. *Unión*, (18), 15-18.
- García, M., & Flores, C. D. (2016). Diseño de una situación de aprendizaje para la comprensión de la derivada. *Unión*, (46), 49-70.
- Gómez, I (2000). *Matemática emocional: los afectos en el aprendizaje matemático*. Madrid, España: Editorial Narcea.
- González, D., Jeong, J. S., Cañada, F., & Gallego, A. (2017). La enseñanza de contenidos científicos a través de un modelo «Flipped»: Propuesta de instrucción para estudiantes del Grado de Educación Primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 35(2), 71-87.

- Gutiérrez, L., Buitrago, M. R., & Ariza, L. M. (2017). Identificación de dificultades en el aprendizaje del concepto de la derivada y diseño de un OVA como mediación pedagógica. *General José María Córdova*, 15(20), 137-153.
- Habre, S., & Abboud, M. (2006). Students' conceptual understanding of a function and its derivative in an experimental calculus course. *The Journal of Mathematical Behavior*. (25), 57-72.
- Hernández-Silva, C., & Tecpan Flores, S. (2017). Aula invertida mediada por el uso de plataformas virtuales: un estudio de caso en la formación de profesores de física. *Estudios Pedagógicos*, 43(3), 193-204.
- Londoño, N., Kakes, A., & Decena, V. (2013). Algunas dificultades en la resolución de problemas con derivadas. En Flores, Rebeca (Ed.), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* (pp. 935-942). México, DF: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.
- López, R., y Hernández, M. (2016). *Principios para elaborar un modelo pedagógico universitario basado en las TIC*. Estado del arte. UNIANDÉS EPISTEME, Revista de Ciencia, Tecnología e Innovación, 3(4), 1-19. Recuperado de <http://186.46.158.26/ojs/index.php/EPISTEME/article/view/450/241>
- Martín, D., & Campión, R. S. (2015). ¿Es el flipped classroom un Modelo Pedagógico eficaz? *Comunicación y pedagogía: Nuevas tecnologías y recursos didácticos*, (285), 29-35.

- Martín, D., & Tourón, J. (2017). El enfoque flipped learning en estudios de magisterio: percepción de los alumnos. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación*, 20 (2)
- Merla, A. E., & Yáñez, C. G. (2016). El aula invertida como estrategia para la mejora del rendimiento académico. *Revista mexicana de bachillerato a distancia*, 8 (16), 67-77.
- Moreno, H. (2017). Valoración de la idoneidad didáctica de un proceso de estudio de Cálculo Diferencial por los estudiantes. En J. M. Contreras, P. Arteaga, G. R. Cañadas, M. M, Gea, B. Giacomone y M. M. López-Martín (Eds.), *Actas del Segundo Congreso Internacional Virtual sobre el Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemáticos*. Disponible en: http://enfoqueontosemiotico.ugr.es/civeos/moreno_reyes.pdf
- Núñez, A., & Gutiérrez, I. (2016). Flipped learning para el aprendizaje de inglés en educación primaria. *Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (56), 89-102
Recuperado de: http://www.edutec.es/revista/index.php/edutec-e/article/viewFile/654/Edutec_n56_Nu%C3%B1ez_Gutierrez
- Ojando, E. S, Simón, K., Prats, M. A, & Ávila, X. (2016). Experiencia de Flipped Classroom en tres escuelas de educación primaria de Barcelona. *Comunicación y Pedagogía: Nuevas Tecnologías y Recursos Didácticos*, (285-286), 53-58.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) (2013). *Enfoques estratégicos sobre las TICS en educación en América Latina y el Caribe*. Santiago, Chile: UNESCO. Recuperado de <http://goo.gl/JJpsVs>

- Pino-Fan, L., Castro, W. F., Godino, J. D., & Font, V. (2013). Idoneidad epistémica del significado de la derivada en el currículo de bachillerato. *PARADIGMA*, 34(2), 123 – 150.
- Pino-Fan, L., Godino, J. D., & Font, V. (2011). Faceta epistémica del conocimiento didáctico matemático sobre la derivada. *Educação Matemática Pesquisa*, 13(1), 141-178.
- Pino-Fan, L., Godino, J. D., & Font, V. (2013). Diseño y aplicación de un instrumento para explorar la faceta epistémica del conocimiento didáctico-matemático de futuros profesores sobre la derivada (segunda parte). *REVEMAT*, 8, Ed. Especial (dez.), 1 – 47.
- Pino-Fan, L., Godino, J. D., & Font, V. (2015). Una propuesta para el análisis de las prácticas matemáticas de futuros profesores sobre derivadas. *BOLEMA*, 29(51), 60-89.
- Platero, J., Tejeiro, M., & Reis, F. (2015). La aplicación del Flipped classroom en el curso de dirección estratégica. XII Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria (pp. 119-133), Universidad Europea de Madrid. Recuperado el 1 de noviembre de 2018 desde goo.gl/vZR8d2.
- Rinaudo, M. C., Chiecher, A., & Donolo, D. (2003) Motivación y uso de estrategias en estudiantes universitarios. Su evaluación a partir del Motivated Strategies Learning Questionnaire. *Anales de Psicología*, 19(1), 107-119.

Sánchez-Matamoros, G., García, M., & Llinares, S. (2006). El desarrollo del esquema de derivada. *Enseñanza de las Ciencias*, 24 (1), 85-98.

Sánchez, M., Solano, I. M., & González, V. (2016). FLIPPED-TIC: Una experiencia de Flipped Classroom con alumnos de Magisterio. *RELATEC: Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 15 (3), 69-81.

Torrecilla, S. (2018). Flipped Classroom: Un modelo pedagógico eficaz en el aprendizaje de Science. *Revista Iberoamericana de Educación*, 76 (1), 9-22.

Recuperado de <https://ricoei.org/RIE/article/view/2969>

Touron, J., & Santiago, R. (2015). El modelo Flipped Learning y el desarrollo del talento en la escuela. *Revista de educación*, (368), 196-208.

ANEXOS

Anexo 1: Motivated Strategies Learning Questionnaire, en español (MSLQ,e) completo, incluye hoja de respuesta.

N° _____

Motivated Strategies Learning Questionnaire (MSLQe)

Nombre: _____ Fecha: _____

Año de ingreso carrera: _____ Nivel actualmente cursando: _____

El siguiente cuestionario es confidencial y pregunta sobre motivación y estrategias de aprendizaje

Parte A. Motivación

Las siguientes afirmaciones tienen que ver con la motivación y sus actitudes con respecto a las clases de esta asignatura. Tome en cuenta que no hay respuestas correctas o incorrectas, lo que nos interesa es su posición particular ante cada una de las preguntas que se plantean.

Instrucciones: Utilice la escala de siete puntos que se presenta a continuación para dar sus respuestas. Si Ud. Está muy de acuerdo con el enunciado, encierre con un círculo en el número 7; en tanto que si está en completo desacuerdo, encierre con un círculo el número 1. Si está más de acuerdo con el enunciado, encierre uno de los números 6 ó 5; en tanto está menos de acuerdo elija el 3 ó 2. La posición de indecisión se marca de la misma manera, encerrando el número 4.

La escala a tener en cuenta es la siguiente:

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

Muy en desacuerdo

Muy de acuerdo

1	En una clase como ésta, prefiero la materia que realmente es un desafío para mí pues puedo aprender cosas nuevas.	1	2	3	4	5	6	7
2	Si estudio en la forma adecuada, seré capaz de aprender la materia de este curso	1	2	3	4	5	6	7
3	Cuando hago una prueba pienso que lo estoy haciendo mal en comparación con otros estudiantes	1	2	3	4	5	6	7
4	Pienso que seré capaz de usar en otras clases lo que he aprendido en esta clase	1	2	3	4	5	6	7
5	Creo que recibiré una excelente calificación en esta clase	1	2	3	4	5	6	7
6	Estoy segura (o) de que puedo entender la materia más difícil en esta clase	1	2	3	4	5	6	7
7	En este momento, obtener una buena nota en la asignatura es lo más importante para mí	1	2	3	4	5	6	7
8	Cuando estoy en una prueba pienso en las preguntas que no puedo responder	1	2	3	4	5	6	7
9	Es mi culpa si no aprendo la materia en esta clase	1	2	3	4	5	6	7
10	Es importante para mí aprender la materia de la asignatura en la misma clase	1	2	3	4	5	6	7

11	Lo más importante para mí en este momento es mejorar mi promedio de notas, así que mi principal preocupación en esta clase es conseguir una buena calificación	1	2	3	4	5	6	7
12	Estoy seguro de que puedo aprender los conceptos básicos que se enseñan en este curso	1	2	3	4	5	6	7
13	Si pudiera, quisiera obtener mejores notas que la mayoría de los otros estudiantes de este curso	1	2	3	4	5	6	7
14	Cuando hago una prueba pienso en las consecuencias de fallar	1	2	3	4	5	6	7
15	Estoy seguro de que puedo entender las materias más complejas presentadas por el profesor en esta clase	1	2	3	4	5	6	7
16	En una clase como ésta, prefiero las materias que despierten mi curiosidad, incluso si esta es difícil de aprender	1	2	3	4	5	6	7
17	Estoy muy interesada (o) en las áreas de contenido de ésta clase	1	2	3	4	5	6	7
18	Si lo intento lo suficiente, entenderé la materia del curso	1	2	3	4	5	6	7
19	Tengo una incómoda sensación de malestar cuando rindo un examen	1	2	3	4	5	6	7
20	Estoy segura (o) de que puedo hacer un excelente trabajo en las clases y en las pruebas de este curso	1	2	3	4	5	6	7
21	Espero hacerlo bien en las clases	1	2	3	4	5	6	7
22	Lo más satisfactorio para mí en este curso es tratar de entender los contenidos lo más profundamente que sea posible	1	2	3	4	5	6	7
23	Pienso que la materia de esta clase me es útil para aprender	1	2	3	4	5	6	7
24	Cuando tengo la oportunidad, elijo aquellos cursos de los cuales puedo aprender, incluso si estos no garantizan una buena nota	1	2	3	4	5	6	7
25	Si no entiendo la materia, es porque no lo intenté lo suficiente	1	2	3	4	5	6	7
26	Me gusta la materia de este curso	1	2	3	4	5	6	7
27	Entender la materia de este curso es muy importante para mi	1	2	3	4	5	6	7
28	Siento mi corazón latiendo rápidamente cuando rindo un examen	1	2	3	4	5	6	7
29	Estoy segura (o) de que puedo dominar las habilidades que enseñan en esta clase	1	2	3	4	5	6	7
30	Quiero hacerlo bien en esta clase porque me importa mostrar mis habilidades a mi familia, amigos u otros	1	2	3	4	5	6	7
31	Considerando la dificultad de este curso, el profesor, y mis habilidades, creo que lo haré bien es esta clase	1	2	3	4	5	6	7

Parte B. Estrategias de aprendizaje

Las siguientes afirmaciones son acerca de tus estrategias de aprendizaje y habilidades de estudio hacia esta clase. Nuevamente, recuerda que no hay respuestas buenas o malas, sólo responde lo más preciso posible. Utiliza la misma escala para responder las preguntas (leer instrucciones hoja 1).

32	Cuando estudio el ramo, organizo el material para ayudarme a organizar mis ideas	1	2	3	4	5	6	7
33	Durante la clase suelo perderme puntos importantes por estar pensando en clases	1	2	3	4	5	6	7
34	Cuando estudio este ramo, suelo tratar de explicar la materia a un compañero	1	2	3	4	5	6	7
35	Estudio en un lugar adecuado para la concentración	1	2	3	4	5	6	7
36	Cuando estudio me realizo cuestionamientos para lograr enfocar aún mejor mis lecturas	1	2	3	4	5	6	7
37	Generalmente al estudiar el ramo me aburro, por lo tanto, lo dejo de lado antes de terminar lo que había planeado hacer	1	2	3	4	5	6	7
38	Suelo cuestionarme cosas que leí o escuché en la clase y que no me convencieron	1	2	3	4	5	6	7
39	Cuando estudio el ramo repito las lecturas de forma repetitiva una y otra vez	1	2	3	4	5	6	7
40	Incluso aunque me cueste, trato de realizar las tareas por mí mismo, sin pedir ayuda a alguien más	1	2	3	4	5	6	7
41	Cuando algo del ramo me confunde, retrocedo y trato de repasarlo hasta entenderlo	1	2	3	4	5	6	7
42	Cuando estudio el ramo, a través de las lecturas y de mis apuntes, voy tratando de encontrar las ideas más importantes	1	2	3	4	5	6	7
43	Hago un buen uso el tiempo que dedico al estudio del ramo	1	2	3	4	5	6	7
44	Si el estudio del ramo me resulta difícil de entender, trato de aplicar otra metodología para enfrentarlo	1	2	3	4	5	6	7
45	Trato de estudiar con otros compañeros para así tener un punto de vista más amplio del tema	1	2	3	4	5	6	7
46	Cuando estudio el ramo, leo mis apuntes una y otra vez	1	2	3	4	5	6	7
47	Cuando me presentan una teoría, estudio o interpretación, trato de cuestionar si tiene evidencia que lo avale	1	2	3	4	5	6	7
48	Trabajo duro en este ramo, incluso si no me gusta el tema	1	2	3	4	5	6	7
49	Realizo bosquejos, diagramas o mapas para ayudarme a organizar el material del ramo	1	2	3	4	5	6	7
50	Cuando estudio, me doy el tiempo de discutir el tema con mis compañeros	1	2	3	4	5	6	7
51	Considero el material del curso como un punto de partida, y desde aquí empiezo a obtener mis propias ideas y conclusiones	1	2	3	4	5	6	7
52	Encuentro difícil el programarme y seguir un calendario de estudios	1	2	3	4	5	6	7
53	Cuando estudio el ramo, reúno material de diversas fuentes, como revistas, papers, apuntes, etc.	1	2	3	4	5	6	7
54	Antes de estudiar la materia de la asignatura, lo analizo para ver cómo está estructurado y organizar mejor el aprendizaje	1	2	3	4	5	6	7
55	Me realizo preguntas para asegurarme que he entendido lo que he aprendido en clases	1	2	3	4	5	6	7
56	Trato de cambiar el modo en que estudio, de acuerdo a la estrategia de enseñanza que utiliza el profesor	1	2	3	4	5	6	7
57	Usualmente me doy cuenta de que lo que he leído y estudiado en el ramo, no lo he entendido.	1	2	3	4	5	6	7
58	Le pido al profesor que aclare mis dudas o los conceptos que no he logrado entender claramente	1	2	3	4	5	6	7

59	Memorizo palabras claves para recordar conceptos	1	2	3	4	5	6	7
60	Cuando algo no lo entiendo, lo dejo de lado y trato de seguir con lo que sí entiendo	1	2	3	4	5	6	7
61	Trato de pensar en el tema, para rescatar lo medular más que repasar toda la materia	1	2	3	4	5	6	7
62	Trato de relacionar las ideas de esta asignatura con aquellas de otras	1	2	3	4	5	6	7
63	Cuando estudio el ramo, trato de ir más allá de mis apuntes y realizo diagramas de ideas y conceptos importantes	1	2	3	4	5	6	7
64	Cuando leo para esta clase, trato de relacionar el material con lo que ya conozco	1	2	3	4	5	6	7
65	Tengo un lugar y un horario preestablecido para estudiar	1	2	3	4	5	6	7
66	Trato de jugar con ideas propias, relacionadas con lo que estoy aprendiendo en la asignatura	1	2	3	4	5	6	7
67	Cuando estudio el ramo, escribo resúmenes de las ideas principales de la lectura y de mis apuntes de las clases	1	2	3	4	5	6	7
68	Cuando no logro entender algo, acudo a un compañero por ayuda	1	2	3	4	5	6	7
69	Trato de entender el material de la clase, haciendo conexiones entre las lecturas y los conceptos vistos	1	2	3	4	5	6	7
70	Me aseguro de estar al tanto con las tareas y las lecturas que se ven el ramo	1	2	3	4	5	6	7
71	Cuando leo o escucho una afirmación o conclusión, pienso en todas las posibles alternativas a esta	1	2	3	4	5	6	7
72	Realizo una lista de conceptos y términos importantes de la asignatura y los memorizo	1	2	3	4	5	6	7
73	Le presto completa atención a la clase	1	2	3	4	5	6	7
74	Aun cuando la materia de la asignatura sea aburrida y poco interesante, procuro quedarme trabajando en ella hasta que finalice el estudio	1	2	3	4	5	6	7
75	Identifico a los compañeros que podrían aclararme dudas sobre el tema	1	2	3	4	5	6	7
76	Cuando estudio el ramo, identifico cuáles son los conceptos que no entiendo	1	2	3	4	5	6	7
77	A veces creo que no le dedico demasiado tiempo al ramo debido a otras actividades	1	2	3	4	5	6	7
78	Cuando estudio este ramo, me propongo metas a lograr en cada sesión de estudio	1	2	3	4	5	6	7
79	Si me confundo o me pierdo tomando apuntes en clase, me aseguro de completarlos o aclararlos al final de éstas	1	2	3	4	5	6	7
80	Me resulta complicado hacerme un tiempo para repasar la materia de la clase o para estudiar para un certamen	1	2	3	4	5	6	7
81	Trato de aplicar ideas del ramo en otras actividades como exposiciones y discusiones	1	2	3	4	5	6	7

Anexo 2: Cuestionario Flipped Classroom

El objetivo de este cuestionario es conocer tu opinión sobre la innovación metodológica Flipped Classroom – observar videos fuera de la clase- implementada en la asignatura de Metodología de la Investigación. Ten presente que tus respuestas son anónimas y los resultados se analizarán de forma global. Por esta razón, rogamos que seas sincero frente a la información que se solicita.

Instrucciones

Marca con una X la alternativa con exprese lo que piensas frente a cada uno de los ítems que se presentan a continuación, se acuerdo a las siguientes opciones:

1: Muy en desacuerdo -2: En desacuerdo- 3: De acuerdo- 4: Muy de acuerdo

1.1 SUBESCALA: RECURSO Y APRENDIZAJE

Ítems	1	2	3	4
El material audiovisual es coherente con el contenido de la clase.				
La duración del material audiovisual que vemos fuera de la clase es adecuado.				
El material audiovisual que revisamos fuera de la clase es motivador.				
El material audiovisual que revisamos -bajo esta metodología- fuera de la clase está gráficamente bien diseñado.				
El material audiovisual que revisamos fuera de la clase es comprensible.				
Noto que con la metodología Flipped Classroom me preparo más para ir a clases.				
Con la metodología Flipped Classroom aprendo más fuera de la clase.				
Noto que con la metodología Flipped Classroom busco más instancias para practicar lo aprendido fuera de la clase.				
El material audiovisual -propio de esta metodología- me permite revisar los				

contenidos cuantas veces estime conveniente.				
Me doy cuenta que con la metodología Flipped Classroom reviso más el material fuera de la clase.				
La metodología Flipped Classroom aumentó el tiempo que empleo para comprender el contenido fuera del aula.				
Percibo que con esta metodología tengo más seguridad para realizar el control de salud escolar.				

1.2 SUBESCALA: APRENDIZAJE EN EL AULA

Ítems	1	2	3	4
Me doy cuenta que con esta metodología hay más retroalimentación en el aula.				
Me doy cuenta que con FC, mi rol en el aula es más protagónico.				
Noto que con esta metodología planteo más preguntas en la clase.				
Percibo que con FC el rol del profesor es facilitador del aprendizaje				
Noto que con la metodología se plantean más dudas en la clase.				
Con el FC la retroalimentación es más frecuente fuera y dentro la clase.				
Con esta metodología aprendo haciendo en clases.				

1.3 SUBESCALA: VALORACIÓN DE LA METODOLOGÍA

Ítems	1	2	3	4
Con el FC mejoró mi aprendizaje de la asignatura.				
Con el FC facilita el aprendizaje cuando leo el material antes de la clase.				
El FC me motivó para aprender más en esta asignatura.				
El FC aumentó mi autonomía para aprender fuera de la clase.				
El FC hace que la clase está más centrada en el estudiante.				