



# **UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS**

**ESCUELA DE POSTGRADO**

**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN EDUCACIÓN**

Estrategias de enseñanza docente del curso de cálculo diferencial para  
estudiantes de ingeniería y la relación con su rendimiento académico

## **TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Presentado como parte de los requisitos para optar el grado académico de Maestro en  
Educación

### **AUTOR(ES)**

Paulette Alcázar, Martha Lucía

0000-0002-2815-9537

### **ASESOR(ES)**

Sotelo Raffo, Juan Luis Fernando

0000-0001-5452-369X

**Lima, 24 de agosto de 2023**

**Dedicatoria**

*A Jesús; mi Señor, Salvador y Maestro.*

## **Agradecimientos**

A Dios, mi Padre Celestial que me regaló esta oportunidad de poder estudiar esta maestría, en el lugar y momento perfectos.

A mis padres que tanto nos inculcaron a mis cinco hermanas y a mi amar el estudio. Pero especialmente a mi querida madre, por su excelencia en todo lo que hacía.

También a los docentes de la Facultad de Ingeniería de la UPC, Mag. Carlos Reynaga y Mag. Agustín Calla, que, sin todo su apoyo y ayuda desinteresada, no hubiera logrado alcanzar mis objetivos en esta investigación.

También a mi estimado asesor, PhD. Fernando Sotelo Raffo, por todo su entusiasmo, paciencia y excelente orientación para culminar con éxito mi trabajo de investigación.

Por último, a mi querida Alma Mater, la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), por haberme enseñado en esta maestría todo lo que siempre quise aprender y aún más.

Muchísimas gracias siempre.

## Resumen

Debido a la implementación desde el año 1999 del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) y el uso de las TIC, se vio la necesidad de innovar las metodologías de enseñanza para formar profesionales competentes para este siglo. El curso de cálculo diferencial con altos índices de desaprobación, no se escapó de la implementación de estas innovadoras metodologías.

El objetivo de esta investigación fue determinar que metodología de enseñanza se aplicó en el dictado del curso de Cálculo diferencial, para alumnos de ingeniería y su relación con el rendimiento académico en una universidad privada de Lima Metropolitana.

Se planteó una metodología cualitativa, de alcance descriptivo y diseño fenomenológico, para la cual se elaboró una encuesta en base a cuatro dimensiones a los docentes, 18 de los 19 profesores la contestaron. También se observaron las clases presenciales de 6 docentes (24 horas) y de las clases a distancia, otros 6 docentes (24 horas).

De acuerdo con el análisis realizado, se concluyó que la metodología empleada por los docentes fue Blended Learning (75% Método Expositivo (Tradicional) + 25% Aprendizaje Autónomo). También, que fue una estrategia educativa muy bien planificada, ya que no solamente desarrollaron las competencias del conocimiento, actitud y aptitud, sino también la responsabilidad, el aprender a aprender, el compromiso, el razonamiento cuantitativo, entre otros. Otra conclusión muy significativa fue que estos logros se debieron en su mayor parte por la innovadora modalidad de evaluación implementada.

El resultado con relación al rendimiento académico de los estudiantes fue que el 80% de los alumnos matriculados aprobaron el curso.

**Palabras clave:** Metodologías; cálculo; ingeniería; estudiantes; competencias; rendimiento académico.

## Abstract

Due to the implementation since 1999 of the European Higher Education Area (EHEA) and the use of ICT, it was necessary to innovate teaching methodologies to train competent professionals for this century. The differential calculus course with high disapproval ratings did not escape the implementation of these innovative methodologies.

The aim of this research was to figure out what teaching method was applied in the dictation of the course of Differential Calculus, for engineering students and its relationship with academic performance in a private university of Metropolitan Lima.

A qualitative method was proposed, with a descriptive scope and phenomenological design, for which a survey was elaborated based on four dimensions to the teachers, eighteen (18) out of nineteen (19) teachers answered it. The face-to-face classes of six (6) teachers (24 hours) and distance classes, another six (6) teachers (24 hours) were also observed.

According to the analysis conducted, it was concluded that the methodology used by the teachers was Blended Learning (75% Exhibition Method (Traditional) + 25% Autonomous Learning). Also, that it was a very well-planned educational strategy, since they not only developed the competencies of knowledge, attitude, and aptitude, but also responsibility, learning to learn, commitment, quantitative reasoning, among others. Another incredibly significant conclusion was that these achievements were mostly due to the innovative evaluation modality implemented.

The result in relation to the academic performance of the students was that 80% of the enrolled students passed the course.

**Keywords:** Methodologies; calculus; engineering; students; competencies; academic performance.

## N°7319\_Estrategias de enseñanza docente del curso de cálculo diferencial para estudiantes de ingeniería y la relación con su rendimiento académico

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>8%</b>	<b>8%</b>	<b>5%</b>	<b>2%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>2</b>	<b>repositorioacademico.upc.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>fundacionlasirc.org</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>4</b>	<b>zagan.unizar.es</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>5</b>	<b>archive.org</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>6</b>	<b>tesis.ucsm.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>repositorio.uci.cu</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>seiem-funes.uniandes.edu.co</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>

9	<a href="http://repositorio.umsa.bo">repositorio.umsa.bo</a> Fuente de Internet	<1 %
10	<a href="http://menweb.mineducacion.gov.co">menweb.mineducacion.gov.co</a> Fuente de Internet	<1 %
11	<a href="http://www.amazoniainvestiga.info">www.amazoniainvestiga.info</a> Fuente de Internet	<1 %
12	<a href="http://repositorio.unasam.edu.pe">repositorio.unasam.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
13	<a href="http://repository.unad.edu.co">repository.unad.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
14	Edna Margarita Manotas Salcedo, Amor Pérez Rodríguez, Paloma Contreras Pulido. "Propuesta de diseño de instrumento para analizar vídeo-lecciones en MOOC", Alteridad, 2018 Publicación	<1 %
15	<a href="http://doczz.com.br">doczz.com.br</a> Fuente de Internet	<1 %
16	<a href="http://renati.sunedu.gob.pe">renati.sunedu.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
17	<a href="http://www.uce.edu.do">www.uce.edu.do</a> Fuente de Internet	<1 %
18	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	<1 %

19	<a href="http://www.dspace.uce.edu.ec:8080">www.dspace.uce.edu.ec:8080</a> Fuente de Internet	<1 %
20	Submitted to IPChile Trabajo del estudiante	<1 %
21	<a href="http://clame.org.mx">clame.org.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
22	<a href="http://revistas.unap.edu.pe">revistas.unap.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
23	<a href="http://revistes.ub.edu">revistes.ub.edu</a> Fuente de Internet	<1 %
24	<a href="http://edc.ccqqfar.usac.edu.gt">edc.ccqqfar.usac.edu.gt</a> Fuente de Internet	<1 %
25	<a href="http://www.scribd.com">www.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1 %
26	Submitted to Universidad Abierta para Adultos Trabajo del estudiante	<1 %
27	<a href="http://funes.uniandes.edu.co">funes.uniandes.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
28	<a href="http://www.academiapremier.com">www.academiapremier.com</a> Fuente de Internet	<1 %
29	<a href="http://transparencia.unitru.edu.pe">transparencia.unitru.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
30	<a href="http://www.amazon.co.jp">www.amazon.co.jp</a>	



---

Fuente de Internet

<1%

---

**31** [pregrado.upc.edu.pe](http://pregrado.upc.edu.pe)  
Fuente de Internet

<1%

---

**32** [www.slideshare.net](http://www.slideshare.net)  
Fuente de Internet

<1%

---

Excluir citas      Apagado

Excluir bibliografía      Activo

Exclude assignment      Activo

template

Excluir coincidencias: < 20 words

## Tabla de Contenido

<b>1. CAPÍTULO 1.....</b>	<b>1</b>
1.1 Idea de la investigación.....	1
1.2 Objetivo de investigación.....	1
1.3 Problema de investigación.....	1
1.4 Entorno donde se realizará la investigación.....	2
1.5 Justificación de la investigación.....	2
1.6 Diseño conceptual de la investigación.....	3
1.7 Alcance de investigación.....	3
1.8 Preguntas de investigación.....	3
1.9 Variables de investigación.....	4
1.10 Levantamiento de información.....	4
1.11 Aspectos éticos de la investigación.....	4
<b>2. CAPÍTULO 2.....</b>	<b>6</b>
2.1 Estado del arte.....	6
2.2 Marco Teórico.....	17
2.2.1 Definición de conceptos.....	17
2.3 Antecedentes.....	25
2.3.1 Antecedentes internacionales.....	25
2.3.2 Antecedentes nacionales.....	27
2.3.3 Antecedentes locales.....	29
<b>3. CAPÍTULO 3.....</b>	<b>31</b>
3.1 Descripción de ambiente de investigación.....	31
3.1.1 Institución educativa.....	31

3.1.2	Personal docente y estudiantil.....	32
3.2	Descripción de la metodología de levantamiento de datos.....	32
3.2.1	Herramientas para usar.....	33
3.2.2	Fases seguidas.....	33
3.2.3	Referente a la variable rendimiento académico.....	35
3.3	Descripción, diseño y desarrollo de las herramientas a utilizar.....	36
3.4	Plan de levantamiento de datos.....	36
<b>4.</b>	<b>CAPÍTULO 4.....</b>	<b>39</b>
4.1	Análisis de syllabus.....	39
4.2	Resultados cualitativos de los docentes.....	40
4.3	Resultados de observar las clases Presenciales y A Distancia .....	56
4.4	Resultados del rendimiento académico.....	63
4.5	Análisis y discusión de resultados.....	64
<b>5.</b>	<b>CAPÍTULO 5.....</b>	<b>67</b>
5.1	Conclusiones.....	67
5.2	Recomendaciones.....	69
5.3	Nuevas investigaciones.....	70
<b>6.</b>	<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>71</b>
<b>7.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>77</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1:</b> Cronograma de ejecución de la fase 1 hasta la fase 7	36
<b>Tabla 2:</b> Rendimiento Académico	37
<b>Tabla 3:</b> Contenidos de las clases a observar de cada profesor	37
<b>Tabla 4:</b> Análisis de Syllabus	39
<b>Tabla 5:</b> Organización del proceso de aprendizaje y temáticas	40

## Índice de Figuras

<b>Figura 1:</b> Metodología usada tema “a”	40
<b>Figura 2:</b> Metodología usada tema “b”	41
<b>Figura 3:</b> Metodología usada tema “c”	42
<b>Figura 4:</b> Metodología usada tema “d”	43
<b>Figura 5:</b> Metodología usada tema “e”	44
<b>Figura 6:</b> Metodología usada tema “f”	45
<b>Figura 7:</b> Conocimiento de la metodología	46
<b>Figura 8:</b> Cómo aprendió las metodologías empleadas	46
<b>Figura 9:</b> Que tanto aprendió de las metodologías empleadas	47
<b>Figura 10:</b> Comprendió su practicidad y potencialidad para aplicar las metodologías empleadas	48
<b>Figura 11:</b> Que tiempo dedicó para estudiar las metodologías empleadas	48
<b>Figura 12:</b> Como fue el tiempo al momento de implementar la metodología empleada para un tema específico	49
<b>Figura 13:</b> Porqué usó la metodología empleada para un tema específico	49
<b>Figura 14:</b> Que dificultades tuvo al aplicar la metodología empleada para un tema específico	50
<b>Figura 15:</b> Esta metodología mejoró su forma de transferir los conocimientos deseados. ¿Por qué?	51
<b>Figura 16:</b> Cuál ha sido la relación entre usar esta metodología y el proceso de enseñanza -aprendizaje de los alumnos	52
<b>Figura 17:</b> Aplicaría esta metodología a otras partes del curso	52

<b>Figura 18:</b> Recomendaría esta metodología a sus colegas que dictan el mismo curso	53
<b>Figura 19:</b> Funciona consistentemente esta metodología para cualquier grupo de estudiantes. ¿Por qué?	54
<b>Figura 20:</b> Mencione algunos cambios significativos con los estudiantes cuando usó la metodología empleada.	55
<b>Figura 21:</b> Qué beneficios tiene al aplicar la metodología empleada	54
<b>Figura 22:</b> Estaría interesado en conocer y aprender nuevas metodologías de enseñanza del Cálculo I recomendadas por la universidad	56
<b>Figura 23:</b> Metodología empleada	56
<b>Figura 24:</b> Estrategia inicio de clase	57
<b>Figura 25:</b> Estrategia desarrollo de clase primera parte	58
<b>Figura 26:</b> Estrategia desarrollo de clase segunda parte	59
<b>Figura 27:</b> Estrategia cierre de clase	60
<b>Figura 28:</b> Metodología empleada primera parte	61
<b>Figura 29:</b> Metodología empleada segunda parte	62
<b>Figura 30:</b> Rendimiento Académico	63

## Índice de anexos

<b>Anexo 1:</b> Formato de análisis de syllabus	77
<b>Anexo 2:</b> Formato de análisis para las clases presenciales y/o a distancia	77
<b>Anexo 3:</b> Cuestionario a docentes	82

## CAPÍTULO 1

### Partes de la propuesta de la investigación

En este capítulo, se definen la idea, el problema y el entorno de la investigación, se plantean las preguntas, los objetivos a cumplir, la justificación y finalmente se determinan los alcances, las limitaciones y los aspectos éticos de la investigación.

**1.1. Idea de la investigación:** Determinación de las mejores metodologías de enseñanza del curso de Cálculo diferencial en relación con el rendimiento académico de los estudiantes.

**1.2. Objetivo de la investigación:** Determinar cuál es la estrategia de enseñanza docente del Cálculo diferencial para estudiantes de ingeniería. Porque la eligieron, como la conocieron, si desearan conocer otras, si fue motivadora para los alumnos y cuál es su relación con el rendimiento académico de los estudiantes. Para establecer su eficacia como una metodología que se relaciona con un buen rendimiento académico y motivar su uso entre los docentes del área de otras universidades.

**1.3. Problema de investigación:** Es ampliamente conocido que los cursos de cálculo diferencial causan entre los estudiantes de ingeniería una deserción significativa (Faulkner et al., 2017). También que en esta sociedad del siglo XXI con la colaboración de los avances tecnológicos para la comunicación e información y las exigencias que requiere este mundo globalizado, han necesitado cambios relevantes en los sistemas educativos de educación superior (Mendaña-Cuervo et al., 2019). Uno de los cambios más importantes ha sido en los métodos de enseñanza. Los resultados de estos cambios son muy significativos. En una investigación de Fornons y Palau (2021), al utilizar la metodología del aula invertida entre alumnos de matemáticas a nivel superior, encontró que es favorable en diferentes aspectos como la motivación, el rendimiento académico,



el interés, la participación activa, la interacción con sus pares y entre los estudiantes y el docente.

Otra investigación de Zabala et al. (2022) aplicando la metodología de la gamificación, encontró entre estudiantes del curso de cálculo diferencial que, se mejoró significativamente la colaboración, motivación y la reducción de la deserción estudiantil. Se requiere alcanzar a más estudiantes y de una mejor forma aplicando cada vez más las nuevas metodologías que ofrece esta sociedad del conocimiento.

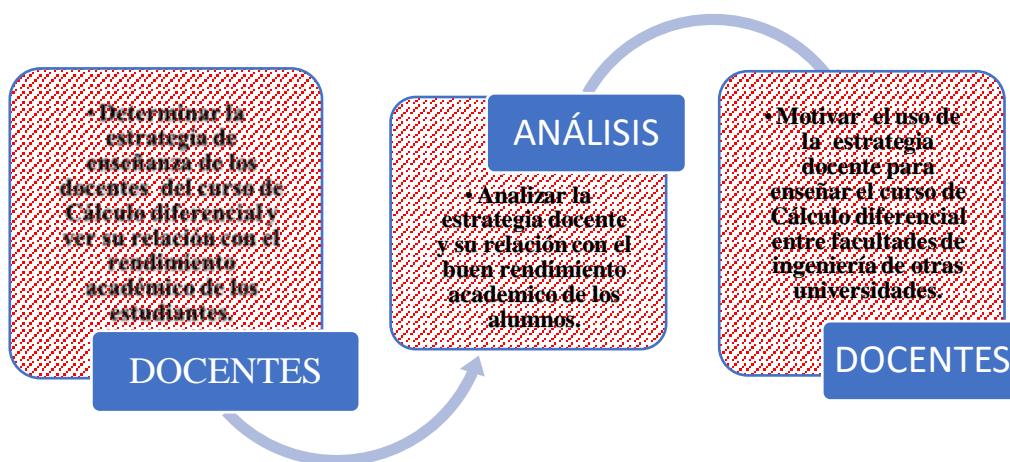
Existen en la actualidad una variada selección de innovadoras metodologías de la enseñanza del cálculo diferencial que no se están aprovechando bien y/o en su totalidad en nuestro país, y así lograr que el estudiante esté desarrollando habilidades y procesos cognitivos que todo profesional de ahora necesita para su éxito profesional y, para poder afrontar los desafíos de este siglo tan cambiante.

**1.4. Entorno donde se realizará la investigación:** Esta investigación se llevará a cabo en una Universidad Privada de Lima-Metropolitana en la Facultad de Ingeniería donde se realizará una encuesta a los docentes del curso de Cálculo diferencial, para levantar información sobre cuál es la estrategia de enseñanza que usan y su relación con el rendimiento académico de los alumnos.

**1.5. Justificación de la investigación:** Esta investigación se realiza porque en esta sociedad del siglo XXI, llamada “la sociedad del conocimiento” (Coloma, 2015, p. 3), donde la enseñanza universitaria se ha universalizado, se ha implantado desde el año 1999 el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) y sobre todo se ha generalizado el uso educativo de las tecnologías de la información y comunicación (Lima, et al., 2017; Imbernón, s.f.), ha conllevado a la necesidad de parte de los docentes-pieza fundamental en este proceso de cambios- del **uso de diferentes estrategias de enseñanza** adecuándose a las actuales formas en que los nativos

digitales y millennials aprenden (Mendaña-Cuervo et al., 2019) y, que se ajusten a los requerimientos de formación dentro de una sociedad más diversa y compleja, “en base a competencias que incluyan **conocimientos, aptitudes y actitudes**” (Coloma, 2015, p. 4), para dar la mejor respuesta a las necesidades de la población actual y futura. En este caso particular del curso de Cálculo diferencial de los alumnos de ingeniería que es una asignatura fundamental en su formación (Castañeda, 2019).

### 1.6. Diseño conceptual de la investigación:



**1.7. Alcance de la investigación:** La presente investigación recoge y analiza datos cualitativos Tiene un enfoque cualitativo de tipo fenomenológico debido a que explora, determina y expone las experiencias de las personas respecto a uno o más fenómenos. Además, relaciona esos fenómenos con el rendimiento académico de los individuos expuestos a esas experiencias.

El objetivo del estudio será conocer la estrategia de los docentes para el dictado del curso de Cálculo diferencial, que se obtendrá mediante un cuestionario ad-hoc y su relación con el rendimiento académico de los alumnos.

**1.8. Preguntas de investigación:** ¿Cuál es la estrategia de enseñanza de docentes del curso de Cálculo diferencial de la Facultad de Ingeniería, de una universidad privada de Lima Metropolitana y su relación con el rendimiento académico de los alumnos?

**1.9. Variables de investigación:** Las variables de la investigación son dos: La estrategia de enseñanza y el rendimiento académico.

**1.10. Levantamiento de la información:** La información será levantada mediante un cuestionario ad hoc para conocer las diferentes estrategias docentes para la enseñanza del curso de cálculo diferencial y su relación con el rendimiento académico de los estudiantes. Este cuestionario será validado por dos expertos para luego ser aplicado a todos los docentes participantes. También se observarán las clases presenciales y a distancia. Por último, se analizarán los resultados del cuestionario y su relación con el rendimiento académico de los alumnos.

**1.11. Aspectos Éticos de la Investigación:** Antes de finalizar este capítulo es muy importante hablar sobre la ética en una investigación científica como esta.

Es fundamental- a mi entender- aplicar la ética a lo largo de todas las etapas de una investigación y desde antes de su inicio, reflexionando sobre lo beneficioso que podría ser para la comunidad a la cual va dirigida. Esto crea un clima de confianza saludable y muy necesario para el avance seguro dentro de todo el quehacer científico, así como el respeto, beneficios y justicia a las personas.

En este caso antes de iniciar este trabajo de investigación, se tenía una percepción alta de la necesidad de encontrar una estrategia de enseñanza docente para el curso de cálculo diferencial. Esto, debido al alto índice de desaprobación en la materia, lo cual implicaba un alto porcentaje de deserciones en las carreras de ingeniería. Todo esto se pudo corroborar durante el proceso de investigación al analizar los diferentes artículos y trabajos de investigación al respecto en el mundo.

Una vez valorados los beneficios de esta investigación, procedimos a conseguir todos los permisos para su ejecución, empezando primero con las autoridades de la

universidad donde se llevaría a cabo, como también con la aprobación por escrito de todos los docentes que participarían de la misma.

Una vez obtenido todos esos permisos se procedió a ejecutarla para al final hacer el análisis de los resultados y las conclusiones.

Este trabajo de investigación es una contribución seria y responsable, ejecutada con la ética correspondiente para la mejora sustancial en la enseñanza del curso de cálculo diferencial para ingenieros.

Habiendo definido con bastante exactitud la idea de lo que se pretende investigar, establecido claramente el problema, el entorno de la investigación, los objetivos como también su justificación debidamente apoyada por distintos artículos científicos, entre otras cosas, queda el camino expedito para desarrollar el Estado del Arte, el Marco Teórico y Antecedentes que viene a continuación en el capítulo 2.

## **CAPÍTULO 2**

### **Estado del Arte, Marco Teórico y Antecedentes**

En este capítulo encontraremos tres partes fundamentales en el desarrollo de la investigación. La primera parte está constituida por el Estado del Arte, donde incluimos el resumen de más de 30 investigaciones, entre artículos científicos y tesis, relacionados con el tema de estudio referente a esta investigación. La segunda parte lo compone el Marco Teórico donde está todo el sustento teórico emanado de las dos variables de la investigación, estrategias de enseñanza y rendimiento académico. Por último, la tercera parte corresponde a los Antecedentes, se muestran los antecedentes investigativos relacionados al tema de estudio en universidades internacionales, regionales y locales.

#### **2.1 Estado del arte**

Si algo es realmente conocido a nivel mundial, es la dificultad que los jóvenes tienen en el proceso del aprendizaje de la matemática en general. Esta investigación se va a circunscribir en el área de las matemáticas, específicamente en el curso del Cálculo diferencial, materia básica, formativa y fundamental para todas las carreras de ingeniería, aunque también está incluida en el plan de estudios de otras carreras como economía, contabilidad, administración, física, etc., con diferentes niveles de profundidad.

El Cálculo diferencial, herramienta tan útil y necesaria para el desarrollo de la tecnología, avances científicos, economía, medicina, etc. (Castañeda, 2019), no ha sido vista como tal por los alumnos, que debido a la elección de su carrera tienen dicho curso en su plan de estudios, pues no han encontrado esa aplicabilidad tan directa con el mundo real y debido a la complejidad en su proceso de enseñanza-aprendizaje y el bajo rendimiento académico, han sido las principales causas de la alta deserción de muchos estudiantes sobre todo de las facultades de ingeniería (Zabala et al., 2021).

Por tal razón desde los años 80 en el siglo XX, se llevó a cabo una importante reforma para la enseñanza de esta materia llamada La Reforma del Cálculo en USA, apoyado por organizaciones como la “National Science Foundation”. La Didáctica de las Matemáticas en Francia, que surgió del movimiento “Matemáticas Modernas” con el apoyo de varias universidades como la de París, Burdeos, Lyon entre otras (Cruz, 2006), dada la importancia de formar ese tipo de profesionales.

Se sabe que actualmente en esta era de la tecnología, se requiere un mayor número de egresados en esta área, que no solamente tengan bien claro los conceptos del cálculo diferencial y sus abundantes aplicaciones en el mundo actual, sino también que hayan desarrollado esas competencias “blandas” indispensables del siglo XXI. Ante esta agravada situación han surgido una variedad de estrategias para que el proceso de aprendizaje-enseñanza del cálculo diferencial, sea totalmente lo que la comunidad tan particular e importante de ingenieros necesita para enfrentar los desafíos actuales y futuros de cualquier sociedad.

Por lo cual, en este apartado se hace una revisión exhaustiva de investigaciones que hablan sobre las diferentes y variadas estrategias de enseñanza del cálculo diferencial para alumnos de ingeniería en relación principalmente con su rendimiento académico y otras, a fin de poner en evidencia la variedad de innovadoras y efectivas metodologías alrededor del mundo que se pueden aplicar en el Perú con el objetivo de formar ingenieros idóneos que contribuyan a su desarrollo sostenido.

Empezaremos con el Flipped Classroom o Aula Invertida, la cual es una estrategia didáctica muy conocida en el medio, que fue aplicada por primera vez a cachimbos del primer semestre de 2017 en el curso de cálculo diferencial para ingenieros del ITA (Instituto Tecnológico de Aeronáutica), en Brasil. Su objetivo era mostrar los resultados de este primer intento al aplicar

esta nueva metodología. Los investigadores fueron Pavanelo y Lima (2017). Se requirió previamente que los alumnos revisaran el contenido teórico del curso de Cálculo diferencial como teoremas, conceptos y definiciones mediante videos cuidadosamente seleccionados por el profesor del curso de todo el contenido de la materia. Los alumnos después en clase trabajarían en grupos colaborativos máximo de 4, para resolver listas de tareas pendientes dadas por el docente que actuaba como un facilitador. Los participantes podían usar herramientas computacionales para resolver los desafíos de las tareas.

Los resultados fueron los siguientes: La opinión de los alumnos de una nota de 0-10 referente a la metodología fue de 8,4; organización del sitio web del curso, 9,0; calidad de las lecciones de video. 8,2; motivación con disciplina, 8,7 y autoevaluación, 7,4. Se concluyó entonces que bien ejecutada esta metodología es una excelente herramienta para el curso de cálculo diferencial para ingenieros.

Continuando con dicha metodología, Fung et al. (2021), hicieron una revisión sistemática de 12 artículos científicos actuales sobre el impacto de la metodología del Flipped Classroom en la enseñanza de las matemáticas. Los resultados mostraron que dicha metodología sigue siendo ambigua en relación con el rendimiento académico y percepciones de los estudiantes referente a su implementación y esto se debe a las diversas maneras como se aplica esta estrategia de aprendizaje.

Últimas investigaciones concuerdan que esta metodología de enseñanza de las matemáticas produce un mejor rendimiento académico que la forma tradicional, siempre y cuando se aplique el trabajo colaborativo en pares, retroalimentación de los profesores y discusiones en clase. Al final sugieren un marco resumido de la metodología del Flipped Classroom efectiva para la matemática.

Respecto a las percepciones de los alumnos referente al uso de la metodología del Flipped Classroom (FC) para la enseñanza de las matemáticas, según una investigación realizada por Mendaña-Cuervo et al. (2019) buscaron analizar cuál era la percepción que tenían los alumnos frente a la metodología del FC. Decidieron escoger 3 asignaturas diferentes de distintas facultades y grados de estudios de una universidad, (una de ellas matemática aplicada, de carácter obligatorio para la facultad de Biología, por eso el interés en este estudio), a la que llamaron A<sub>3</sub>. El objetivo de dicha investigación era elaborar un cuestionario ad hoc de 18 preguntas denominado “Percepción de la metodología FC”, que una vez validado se usó como instrumento para recabar la información.

El instrumento fue sometido a los alumnos antes de la experiencia y después de ella, dando como resultado que las percepciones de los alumnos respecto a la experiencia de la metodología FC han mejorado después de la experiencia. Vale recalcar que frente a la pregunta 13 del cuestionario que dice: “Me gustaría mantener esta metodología frente a la metodología tradicional en el resto del curso” (Mendaña-Cuervo et al., 2019, p, 186) los porcentajes acumulados para las valoraciones “bastante” y “mucho”, ascienden al 72% para el curso de A<sub>3</sub>.

Relacionado con la metodología del aprendizaje basado en problemas (ABP) encontramos la investigación ejecutada por Alves et al. (2019) donde usaron dicha metodología para la enseñanza del cálculo diferencial e integral, con el objetivo de presentar a los profesores del curso una oferta de aplicación de la metodología ABP en la parte de Integrales Definidas que forma parte del curso de cálculo diferencial e integral. El método que usaron para levantar la información fue muy interesante. Convocaron a 4 estudiantes de ingeniería para llevar esa parte del curso de acuerdo con la metodología propuesta y los observaron durante todo el proceso. Lo que se apreció de parte de los estudiantes fue su interés en conocer y aprender a usar las nuevas herramientas computacionales, su capacidad para relacionar cuestiones



interdisciplinarias y lo más importante, la percepción de que pueden aplicar los conceptos teóricos explicados en clase de una manera práctica.

Este análisis continúa con metodologías que incluyen primordialmente herramientas computacionales. Según un estudio realizado por Quispe (2018), sobre la estrategia del uso del software matemático: Matlab, Wolfram Mathematica y Geogebra en la enseñanza del cálculo diferencial e integral, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad San Andrés (Bolivia), para determinar si éste fortalecía el proceso de aprendizaje de los estudiantes del curso en cuestión, dio como resultado que el promedio de calificaciones de los alumnos del grupo donde se implementó la nueva estrategia, fue mayor que el promedio de notas de los alumnos donde no se les aplicó la estrategia del software. La metodología que se usó para dicha investigación tuvo un doble enfoque, la cualitativa (entrevistas a docentes) y la cuantitativa (encuesta a una muestra de 50 alumnos).

Otra investigación, donde en su estrategia didáctica usaron herramientas computacionales, fue ejecutada por Genc et al. (2021) sobre los efectos de las tareas digitales en el aprendizaje de las matemáticas para el primer año estudiantes de ingeniería, específicamente para el curso de Calculo I para las carreras de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Darmstadt en Estonia. Las principales dificultades de los estudiantes para comprender los temas que integran el curso de cálculo I en el primer año de estudios, se deben primordialmente a la heterogeneidad y deficiencia de las matemáticas escolares que conduce a un alto índice de deserción y bajo rendimiento académico dentro de la universidad.

Por tal razón, la Institución de Estudios Superiores analizó las tareas asignadas a los estudiantes del curso en cuestión y el 75% de ellas podían digitalizarse en el sistema Stack. Este tipo de tarea tenía como objetivo ser un apoyo importante a los estudiantes iniciando y fortaleciendo

las fases del autoestudio, y una mejora sustancial en la retroalimentación bien desarrollada e individualizada por los docentes.

Las hipótesis en las cuales trabajaron en el estudio fueron 4. La metodología para recoger la información con la finalidad de poder medir los efectos potenciales fue, la implementación de tres grupos de estudiantes que llevaron el curso de cálculo I, uno de estudio y dos de control. Se entregaron cuestionarios a los alumnos y tutores del curso, con tareas digitales al grupo de estudio y sin tareas digitales a los dos grupos de control, en el semestre del invierno de 2020/2021. Las dos hipótesis primeras (intensificación de las fases de autoestudio y acrecentar las actividades trabajando las tareas), mostraron una mejora significativa con el uso de las tareas digitales, mientras que para las demás hipótesis (bajar la carga laboral a los docentes en la corrección de tareas y que los alumnos vean estas tareas como útiles), no hubo un cambio significativo.

Por la misma línea de investigación es la realizada en el Instituto Tecnológico Nacional de México, llevada a cabo por Aréchiga et al. (2019), era probar si el GeoGebra pudiera resultar una herramienta tecnológica eficaz para la comprensión del concepto del límite en estudiantes de ingeniería, del curso de cálculo diferencial. Para recoger la información necesaria, se formaron dos grupos, uno de control y otro de prueba. Al primero se les enseñó de la manera tradicional y al segundo con la innovadora herramienta. Los resultados al final del proceso apoyaron la hipótesis que el GeoGebra ayudó a mejorar el número de estudiantes exitosos, pero no mostró una diferencia promedio entre las puntuaciones de los dos grupos que sea estadísticamente significativa.

Otro interesante y novedoso recurso tecnológico que no se ha encontrado en investigaciones recientes, es la de Ccama (2017). El indagó en su estudio, cuál era la influencia del uso del

software Maple en la enseñanza del curso de cálculo diferencial e integral en la Facultad de Ingeniería Civil de la universidad Alas Peruanas (filial Puno). Para realizar esta investigación se formaron dos grupos de estudiantes, uno llamado experimental y otro de control. La muestra de alumnos fue en total de 48, siendo 42 hombres y 6 mujeres. Los instrumentos para la recolección de datos fueron fichas de observación, lista de cotejos y pruebas antes y después del experimento.

Los resultados después de que los alumnos rindieran la prueba final fueron que los del grupo experimental mejoraron significativamente sus habilidades y capacidades para resolver problemas del cálculo diferencial e integral, frente al grupo de control.

Continuaremos ahora con una metodología usada mayoritariamente en la educación básica regular y poco en la educación superior como indican Zabala et al. (2021).

Viendo la cantidad de estudiantes que abandonaron (más del 40%) los programas de ingeniería en su primer año de estudios en la Universidad Santo Tomás (Bucaramanga-Colombia), donde se evidenció que las causas más importantes de esta deserción fueron la falta de motivación de los estudiantes en los procesos de aprendizaje y su bajo rendimiento académico, primordialmente en los cursos de matemáticas, fue lo que los motivó a realizar este estudio. Para lo cual desarrollaron una estrategia didáctica para la enseñanza del cálculo diferencial e integral del primer año de estudios de ingeniería basada en la Gamificación y Aprendizaje Basado en Juegos (GBL).

Entrenaron a los docentes del curso de cálculo diferencial e integral para usar esta dinámica de aprendizaje basada en juegos. También entrenaron a los estudiantes en el uso de las herramientas tecnológicas necesarias para el desarrollo de la estrategia de enseñanza. Ellos mismos prepararon las clases dividiéndolas en cinco unidades. Usaron la metodología del focus group para recabar la información cualitativa de la investigación. Se desarrollaron siete (7)

grupos focales, con 81 participantes del curso de cálculo diferencial. Se evaluó la satisfacción (modelo motivacional de Keller) en las categorías de atención, relevancia y confianza. Se comprobó que el Game-Based-Learning potencia la motivación, el trabajo grupal, el compromiso y la argumentación de los estudiantes, en los procesos educativos del cálculo diferencial integral para las ingenierías.

Continuando con la gamificación, se encuentra este estudio realizado por Rincón et al. (2016) que hicieron sobre el impacto en la enseñanza de la modelización matemática, aplicando la gamificación basada en desafíos. Su objetivo fue comprobar si usando la estrategia de gamificación basadas en desafíos, contribuía al aprendizaje en profundidad de un tema contenido en el curso de cálculo para ingenieros, que es sólidos de revolución.

En la ejecución de esta investigación, se utilizaron los métodos cualitativos y cuantitativos por su complementariedad y porque analizan con mayor profundidad el fenómeno a estudiar. Participaron 48 estudiantes divididos en 2 grupos y, cada grupo formando equipos de 4. Estos alumnos llevaban el curso de cálculo integral en el Tecnológico de Monterrey (México), durante el primer semestre académico de 2016. Durante el desarrollo del curso se desarrollaron tres actividades de gamificación. Los resultados mostraron que la gamificación basada en desafíos mejora la comprensión de los estudiantes al aplicar sólidos de revolución, en el contexto de la ingeniería como algorítmicamente.

Ahora se continuará con estrategias de aprendizaje, usadas específicamente en ciertas Instituciones de Educación Superior, donde se podrá comprobar como la creatividad humana puede ser tan eficiente para hacer del cálculo diferencial e integral una materia más atractiva, mostrando su relación tan directa para resolver los problemas del mundo real.

Con respecto a otra estrategia llamada de modelado, se encontró en este estudio llevado a cabo por Shodikin et al. (2019), donde participaron 21 estudiantes de educación matemática de la Universidad Islam Darul Ulum de Indonesia, donde dichos estudiantes habían tenido que estudiar previamente todo el material referente a la regla de la cadena, del curso de cálculo diferencial para poder participar de esta investigación. El objetivo era saber que pensaban los futuros profesores del curso, en el proceso de resolución de tareas de modelado en el cálculo diferencial, concretamente la utilización de la regla de la cadena, que según los mismos estudiantes no le veían ninguna aplicación en el mundo real.

Los resultados fueron sorprendentes, ya que los participantes no siguieron los pasos convencionales ideales del modelado, sino que ellos siguieron con sus propios criterios que fueron consistentes con la analogía. Esta metodología didáctica del modelado pudo motivar entre los estudiantes a descubrir la relación existente entre los conceptos matemáticos y el mundo real, además fomentó las habilidades del siglo XXI.

En la misma dirección se encuentra esta una nueva metodología, la de las Micro Credenciales para la enseñanza de las matemáticas en la ingeniería. Esta investigación ha sido estudiada por la investigadora Cook (2021), en la facultad de Ciencias, Ingeniería y Tecnología de la Universidad Tecnológica de Swinburne, Melbourne, Australia. Esta metodología se basa fundamentalmente en enseñar las matemáticas para ingenieros, basada en la práctica, donde los estudiantes trabajan en proyectos del mundo real. El plan de estudios contiene 48 micro credenciales matemáticas, en geometría, álgebra, cálculo y estadística y probabilidad, así como muchas más micro credenciales en otras áreas del plan de estudios, que contienen habilidades matemáticas, desde la física hasta el presupuesto de proyectos. Las competencias matemáticas se utilizaron como marco en el diseño y análisis de las micro credenciales.

Para obtener una micro credencial, los estudiantes tienen que cumplir con tres tareas de aprendizaje y una de aplicación. El aprendizaje se desarrolló con una combinación de clases presenciales, videos, libros de trabajo, un conjunto de problemas y actividades. La aplicación se utilizó para la evaluación, que podría ser un trabajo de un proyecto o una tarea aplicada creada artificialmente. El resultado reveló que esta metodología fue una manera innovadora para enseñar las matemáticas a los ingenieros, que permitió que los estudiantes usen desde su formación educativa, las competencias matemáticas aplicables a la ingeniería como profesión y, les proporcionó una mayor flexibilidad en la mejora de estas habilidades.

Siguiendo con novedosas metodologías didácticas, una investigación al respecto es el de las “Estrategias de los docentes y su relación con el rendimiento académico del curso de Cálculo Diferencial”, por Castañeda (2019). Antes de diseñar su estrategia didáctica para enseñar el curso en cuestión, el averiguó primero en qué condiciones cognitivas referente al curso de cálculo se encontraban sus estudiantes. Después de realizar la evaluación respectiva a los participantes de primer semestre de ingeniería, de la Universidad Católica de Colombia y encontrar deficiencia en los conceptos básicos de la derivada, se procedió a diseñar la estrategia didáctica. Primero, usando la metodología de trabajo colaborativo, se formaron grupos heterogéneos (respecto al nivel de conocimientos) y, usando el trabajo con pares y la orientación docente se logró llenar esos vacíos y alcanzar un aprendizaje significativo por competencias.

Para levantar la información se usó una metodología de enfoque exploratorio y descriptivo. Se cumplieron todos sus objetivos como: interés y motivación para un aprendizaje significativo de la derivada, desarrollo de habilidades blandas, conseguir la atención de los estudiantes, entre otros.

Según Garcés-Córdova y Font-Moll (2022), el objetivo de su investigación fue, saber cuáles fueron los criterios en que se guían los docentes universitarios de diferentes universidades públicas y privadas de Lima, para enseñar las matemáticas de ciclo básicos de las facultades de ingeniería, en el caso específico del cálculo diferencial. La metodología que usaron fue de un enfoque interpretativo de corte cualitativo. Intervinieron en dicha investigación 7 docentes del área. Se videograbaron sus clases y se infirieron los criterios que usaron en su diseño y ejecución considerando los criterios de idoneidad didáctica (CID, epistémico, cognitivo, interaccional, mediacional, emocional y ecológico), el cual también se usó para elaborar el cuestionario de 48 preguntas para realizar las entrevistas semiestructuradas a los docentes.

Se hizo luego una triangulación entre lo que contestó cada entrevistado y, lo observado en clases. Los resultados mostraron que, los docentes participantes tuvieron como principal criterio para diseñar sus clases, el cumplimiento del currículo en el tiempo planificado, estuvieron completamente condicionados por el programa, los medios y recursos de enseñanza y, la disponibilidad de tiempo para el desarrollo de sus clases. Sacrificaron la calidad de la enseñanza de las matemáticas, de una manera significativa para los alumnos, dando más preferencia a una adecuada gestión que a la interacción con el grupo.

Por último, se analizó un aspecto importante para el aprendizaje significativo del cálculo, cualquiera sea la estrategia usada por el docente y, es una investigación sobre las actitudes hacia el Cálculo Diferencial e Integral, de los estudiantes de la Escuela de Bachilleres Salvador Allende de la Universidad Autónoma de Querétaro, México, desarrollada por Daza y Garza (2018) tuvo como objetivo identificar y caracterizar dichas actitudes. La importancia y el interés de esta investigación es ayudar a comprender las dificultades que los alumnos tienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje del curso de matemáticas y las implicaciones de una actitud negativa hacia esta materia para el logro de los objetivos curriculares.

La metodología empleada fue mixta y se usó como herramienta de recolección de datos, un cuestionario tipo Likert-Alfa 0.807- a 149 alumnos como también una entrevista semiestructurada a 28 estudiantes. Los resultados fueron un sentimiento negativo muy dominante respecto a la metodología de la enseñanza, la evaluación tradicional (examen escrito) como forma principal de valoración del conocimiento, la actitud del maestro, las actividades de aprendizaje, entre otras fases propias del proceso educativo. También se encontró a un grupo significativo de estudiantes, rechazando el curso de cálculo como disciplina curricular.

## **2.2 Marco teórico**

En esta para del estudio se definirán de forma clara y precisa los elementos y términos que se abordan en el desarrollo de toda la investigación y que se derivan de las dos variables de ésta: las estrategias de enseñanza y el rendimiento académico, algunas de las cuales se contrastarán con definiciones y conceptos de diversos autores o investigadores.

### ***2.2.1 Definición de Conceptos***

**2.2.1.1 Método:** La forma de poner en práctica la hoja de ruta.

**2.2.2.2 Técnica:** Conjunto de acciones específicas para la obtención de un resultado determinado.

- a. Gamificación:** Técnica de aprendizaje a partir de ofertas lúdicas muy diversas, por medio de las cuales los estudiantes desarrollan variadas destrezas y aplicando mucha creatividad se pueden añadir contenidos y estrategias de forma transversal.

Una potente técnica para impactar y motivar a personas por medio de la dinámica del juego, en contextos ajenos al mismo, con el propósito de fortalecer la motivación, concentración, el esfuerzo y la lealtad a los buenos valores, que son comunes a toda actividad lúdica (Gaitán, s.f.).



**b. TIC:** Las tecnologías de la información y Comunicación por sus siglas TIC, son un conjunto de recursos, herramientas, medios que se usan en el tratamiento y transmisión de la información de forma ubicua. Este tipo de herramientas computacionales han irrumpido en el contexto educativo con muchísima fuerza en el siglo XXI, volviéndose de indispensable ayuda en los procesos de enseñanza-aprendizaje, en el momento presente y futuro (Deroncel-Acosta et al., 2021).

Aquí las que veremos en esta investigación:

- i. Matlab:** Abreviatura de “laboratorio de matrices” (MATrix LABoratory). Es un lenguaje de programación y cálculo numérico con vectores y matrices que admite trabajar con números reales y complejos. MatLab es un lenguaje de alto rendimiento muy usada por ingenieros de todo el mundo. Esta poderosa herramienta computacional aparte de trabajar con matrices y álgebra lineal también maneja ecuaciones diferenciales ordinarias, funciones, gráficos, y polinomios (Casado, s.f.).
- ii. GeoGebra:** Es un programa matemático multiplataforma libre, para la educación matemática en diferentes niveles, pues une de una manera muy dinámica el álgebra, geometría, aritmética y el cálculo, ofreciendo una mejor comprensión de los conceptos matemáticos, de manera visual e interactiva con los estudiantes. Es muy versátil, fácil de manejar a nivel operativo, muy potente y completo. Razón por la cual, ha obtenido muchas distinciones como galardones en Europa y USA, en organizaciones y foros de software educativo (Hernández, 2010).
- iii. Wolfram Matemática:** Es un software matemático muy dinámico que permite a los alumnos la posibilidad de manipular gráficos interactivos y, generar modelos de información compleja, lo cual hace una comprensión más clara de conceptos dados

en clase como nunca. Esta mezcla de técnicas gráficas, numéricas, simbólicas y verbales que ofrece esta herramienta, capturan la atención del alumnado e impulsa su aprendizaje (Brown, s.f.).

- iv. **MAPLE:** El nombre lo obtiene de las palabras M $A$ thematical PLEasure. Es un software de cálculo matemático: numérico, simbólico y gráfico que permite a los usuarios, desarrollar documentos técnicos mediante hojas de trabajo interactivas, basadas en cálculos matemáticos que, a cualquier cambio deseado por el usuario, sea en datos o ecuaciones los actualiza de forma inmediata. Permite también traducir y exportar documentos diseñados en otros formatos como LaTeX, HTML, XML y RTF. La Universidad de Waterloo en Canadá, es la responsable de su desarrollo desde 1980 (Alcantud et al., 2007).
- v. **Khan Academy:** Es una plataforma web, diseñada para adquirir conocimientos de materias como cálculo, álgebra, química, astronomía, finanzas, etc., por medio de videos. Propone muchos ejercicios prácticos en matemáticas, brindándole a los estudiantes evaluaciones y estadísticas individualizadas. Los alumnos aprenden a su propio ritmo, repitiendo los videos las veces que considere necesarias. En clases con el profesor se harán las tareas y todos se colaboran y ayudan entre sí (Viñas, s.f.)
- vi. **Screencast-O-Matic:** Es una aplicación que captura la pantalla del ordenador o laptop, en video del software deseado como excel, word, power point, etc. Permite que se pueda narrar mientras se está grabando, incluso permite el uso de la cámara web de forma simultánea. Las grabaciones tienen una duración máxima de 15 minutos, se descarga y se guarda en el hardware usado. Si se desea se puede publicar de forma directa en YouTube (Yanapa, 2018).

- vii. **Smart board:** Un smart board (pizarra inteligente), es una herramienta tecnológica que utiliza un proyector, un ordenador y una pantalla de gran tamaño, táctil e interactiva en los procesos de enseñanza-aprendizaje, que se llevan a cabo en las instituciones educativas.

**2.2.1.3 Estrategia:** Acciones muy planificadas encaminadas a un objetivo específico.

**2.2.1.4 Estrategia de enseñanza:** Se define como organizadores del conocimiento (recursos, procedimientos) que son utilizados por los profesores a fin de conseguir aprendizajes significativos en los estudiantes (Nolasco, s.f.).

**2.2.1.5 Modelos de enseñanza:** Son modelos de aprendizaje que precisan el patrón de como adquiere el alumno el aprendizaje. También establecen las estrategias, la naturaleza del contenido, el aprendizaje y como serán las interacciones sociales que crean el aprendizaje. Permite el desarrollo de habilidades en los alumnos para el autoaprendizaje (Hopkins, 2008).

- a. **Modelo de enseñanza directo:** Es el modelo más común de enseñanza, donde el profesor asume la responsabilidad del control del aprendizaje de los estudiantes, buscando el rendimiento académico de los alumnos por medio de la instrucción, discusión, cuestionamientos y actividades de aprendizaje brindando un proceso de retroalimentación. Permite que los alumnos aprendan interactuando entre ellos y ensanchen su lista de habilidades sociales. En el modelo de enseñanza directa, el maestro controla el aprendizaje de los alumnos y busca mejorar el rendimiento a través de la instrucción, el cuestionamiento y la discusión y actividades de aprendizaje (Hopkins, 2008).

- i. **Método Tradicional:** Es un método centrado en el profesor y los contenidos de la materia a enseñar, no se toma en cuenta al estudiantado. Se destina mucho tiempo a un aprendizaje memorístico de parte de los alumnos. El docente no tiene

la oportunidad para discusiones en clase pues está enfocado en cumplir con los contenidos indicados en el programa de estudios (Quispe, 2018).

Otra definición interesante dice que, en el método tradicional de enseñanza la actividad docente se reduce a impartir información a los alumnos, donde las metas y objetivos establecidos han de obtenerse de manera individual o grupal, promoviendo la competitividad entre ellos, algo que contrasta totalmente con las tendencias pedagógicas actuales, donde se promueve las clases cooperativas-colaborativas (Rivadeneira, 2012).

- b. **Modelo de enseñanza de trabajo en grupo colaborativo-cooperativo:** Un modelo que realmente aprovecha la sinergia de los estudiantes es este, de trabajo en grupo colaborativo-cooperativo. Se basa en que la construcción del conocimiento se hará por medio de proyectos indicados por el docente o por ellos mismos, donde aprenderán a negociar el proceso para desarrollar la tarea asignada que pueden desarrollarla de dos formas, la primera donde cada miembro del grupo se ocupa de una de las diferentes partes de proyecto, que al final se juntan para una solución común o donde todos contribuyen en conjunto hacia la meta. Terminado el proyecto los estudiantes exponen los resultados y conclusiones a las que arribaron (del Moral, 2012).
  
- c. **Modelo de enseñanza a través de la indagación y descubrimiento:** Este modelo inductivo del aprendizaje, exige al estudiante un papel muy activo e independiente en todo el proceso enseñanza-aprendizaje. Es el encargado de recabar, clasificar y en algunos casos seleccionar los contenidos obtenidos, durante el desarrollo de la investigación, para ordenar dicha información y construir una teoría que valide las hipótesis previamente formuladas. Se prioriza el interés del alumnado y el incremento de su compromiso, para el completo desarrollo del experimento (del Moral, 2012).

Dentro de esta categoría tenemos:

- i. Aprendizaje Basado en Problemas (ABP):** Es un método de enseñanza innovador donde el aprendizaje está basado en problemas de la vida real que se utilizan como un catalizador para incentivar el aprendizaje de definiciones, conceptos y principios por parte de los alumnos (La Universidad de Internet, 2020).

Es un proceso en base a la indagación que responde y da solución a las preguntas, dudas, curiosidades e incertidumbres sobre problemas reales.
- ii. Aula invertida (Flipped classroom):** Este modelo pedagógico de enseñanza fue creado por Aaron Sams y Jonathan Bergmann. Consiste en invertir los roles de la metodología tradicional. El alumno es el protagonista de su propio aprendizaje, toda la información que necesita aprender es recibida en casa. Con este conocimiento previamente obtenido, el tiempo en la escuela sirve para hacer tareas, trabajos en grupo, que reforzarán los conocimientos ya adquiridos. El éxito de esta innovadora metodología depende en gran manera de la eficaz planeación del profesor en cuanto a los recursos digitales, diseños de actividades, elaboración de contenidos y el compromiso de los estudiantes en el desarrollo del proceso enseñanza-aprendizaje (Universidad Contemporánea de las Américas, 2021).
- iii. Aprendizaje Autónomo:** Haciendo uso de estrategias de aprendizaje para aprender a aprender, el aprendizaje autónomo permite al estudiante regular, dirigir, controlar y evaluar su manera de aprender, siendo consciente de ello y con la intención de llegar al objetivo esperado (Massié, 2010).
- iv. Aprendizaje Basado en Juegos (Gamed Based Learning):** El aprendizaje basado en el juego (ABJ) es una modelo de enseñanza basada en juegos, muy activa que permite al estudiante ser el protagonista de su propio aprendizaje. Se rescatan todas

las competencias y valores positivos que ofrecen los juegos. No es otra cosa que aprender jugando (González, s.f.).

- v. **Modelado en Cálculo diferencial e integral:** Con este modelo de enseñanza los estudiantes aprenden a utilizar las herramientas que ofrece el cálculo diferencial e integral como funciones, graficas, derivadas, etc. para representar por medio de símbolos matemáticos propios de ello, una situación de la vida real para analizar posibles soluciones o predicciones.
- vi. **Micro credenciales matemáticas:** Este modelo de enseñanza se basa en la entrega de micro credenciales digitales que muestran los conocimientos, competencias y logros adquiridos por los participantes. Esta experiencia de aprendizaje es expuesta de manera digital de una manera muy amplia y detallada, así se puede analizar como fue el desenvolvimiento de cada alumno con respecto a la comunicación verbal, la resolución de conflictos, desempeño en el trabajo en equipos, el conocimiento aprendido entre otros (Román, 2021).  
  
Cada micro credencial está conformado por una tarea de aplicación y tres tareas de aprendizaje. Las tareas de aprendizaje consisten en clases presenciales, libros de trabajo, un número de problemas y actividades y videos. La tarea de aplicación es la evaluación donde el estudiante tiene dos alternativas, la opción A, trabajo en un proyecto y la opción B una actividad aplicada creada de forma artificial (Cook, 2021).
- vii. **Aprendizaje por medio de la argumentación:** Este modelo de enseñanza se basa en que el estudiante se convierte en un expositor, para justificar un procedimiento matemático mediante razonamientos lógicos, después del reconocimiento de una situación o problema donde arribe a juicios con sentido y coherentes desde el saber matemático. El proceso argumentativo exige al estudiante el uso y desarrollo del

dos competencias pertenecientes al lenguaje: La oralidad y la escritura, donde se evidenciará la coherencia entre lo que el alumno piensa, dice y demuestra pasando del lenguaje escrito al verbal y al algebraico y de una representación de datos tabular a la interpretación de una gráfica (Ríos, 2021).

- viii. Case study:** Es una metodología de enseñanza que se enfoca en hacer una investigación exhaustiva y, desde diferentes perspectivas de una determinada situación, proyecto o caso usando diferentes técnicas de investigación, como la observación, entrevista, entre otros. Se guía por las pruebas (Salas, 2021).
- ix. Blended Learning:** La metodología Blended Learning es un aprendizaje mixto, empleando los aciertos del e-learning y los puntos más significativos de la educación presencial, donde se mantiene el contacto humano, el sentido de pertenencia a una Institución Educativa, el acompañamiento, la motivación y el trabajo en grupos colaborativos (Khiabet, 2020).

**2.2.1.3 Cálculo Diferencial:** Se dedica el estudio de la tasa de cambio instantánea de una variable dependiente cuando la independiente varía o cambia en una función. Es una parte muy importante del análisis matemático. Su objetivo central es el estudio de la derivada (Mateus-Nieves, s.f.a).

**2.2.1.4 Calculo Integral:** El cálculo integral estudia el proceso inverso de la derivada llamada integral. Forma parte del cálculo infinitesimal, muy común en la ingeniería. El área limitada por la gráfica de una función es igual que la integral definida de la función (Mateus-Nieves, s.f.b).

**2.2.1.5 Rendimiento Académico:** Se define como el grado de conocimientos que un alumno dispone. En este proceso participan diferentes factores, como hábitos de estudio, nivel

intelectual, relación profesor-alumno, personalidad, motivación. Otros factores no menos importantes también son un clima familiar saludable, salud física y mental óptimos, calidad en la enseñanza, buena infraestructura educativa, sana alimentación, padres involucrados en el proceso educativo de los hijos, etc. (Martí, 2003).

## **2.3 ANTECEDENTES**

Analizando diversas investigaciones relacionadas a esta investigación que, se han llevado a cabo en diferentes universidades del país y del extranjero, se ha encontrado cantidad de material sobre diferentes enfoques totalmente innovadores de cómo enfrentar la problemática del proceso de enseñanza -aprendizaje de las matemáticas, específicamente del curso de cálculo para ingenieros. Las investigaciones van desde lo imprescindible de la modernización en las estrategias de enseñanza en el presente siglo por parte de toda la comunidad universitaria, un entendimiento claro del porqué del alto índice de fracaso en el curso de cálculo para ingenieros, hasta el uso de diversas metodologías, técnicas y mucha creatividad didáctica, para cumplir con el objetivo de una enseñanza de calidad, profunda y significativa del cálculo diferencial e integral para ingenieros.

### ***2.3.1 Antecedentes Internacionales***

a) Bautista y Escofet (2013) en su libro titulado “Enseñar y Aprender en la Universidad” tiene como objetivo central responder a todos los participantes del quehacer universitario las preocupaciones que a raíz de la universalización de la enseñanza universitaria, el desarrollo acelerado de las tecnologías de información y comunicación y su irrupción tan decisiva en la educación, como también la puesta en marcha del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), han traído como consecuencia cambios muy significativos dentro de todas las instituciones de enseñanza superior, como la inquietud de los docentes por conocer diversas estrategias de enseñanza, la necesidad de una actuación mucho más activa y protagónica de



parte de todos los estudiantes en su proceso de enseñanza-aprendizaje y la responsabilidad de todos los integrantes del gobierno universitario en su conjunto, por brindar todo el apoyo necesario al profesorado, para su actualización e innovación, con el propósito de formar profesionales que satisfagan las exigencias del mundo actual.

**b)** Bigotte et al. (2021) en su investigación hizo un análisis del porqué del fracaso de los estudiantes al llevar el curso de cálculo.

Sabiendo que, el cálculo diferencial e integral es una materia tan importante para todas las carreras de ingeniería, y viendo en el transcurrir de mucho tiempo que esta disciplina es la causa de un gran número de fracasos entre el alumnado, conllevando a un marcado ausentismo a clases y en consecuencia a su deserción, fue que en el siglo XX, en los años de 1980 se inició un movimiento llamado la reforma del cálculo para revertir esta situación, donde una de sus distintivos fue el uso de la tecnología existente para el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Ahora en medio de esta vorágine de avances tecnológicos de la información y comunicación y las exigencias en cuanto a competencias para satisfacer las necesidades del siglo XXI, y por consecuencia la aparición de una corriente innovadora en las estrategias de enseñanza, el objetivo de esta investigación fue hacer un análisis sobre el impacto de las nuevas metodologías de enseñanza en el rendimiento académico de los alumnos. Se identificaron 6 nuevas estrategias de enseñanza para su estudio entre las cuales estaban, las metodologías centradas en los alumnos, aprendizaje con problemas del mundo real, etc., y la utilización de herramientas computacionales. Se levantó la información de los alumnos de los dos semestres que conformaron el primer año de ingeniería del Instituto de Ingeniería de Coímbra (ISEC) Portugal, de 7 años académicos (2010/2011-2017/2018) aplicando la metodología de estudio de caso, donde el curso de cálculo diferencial e integral de las diferentes ingenierías mantenían la misma carga horaria, contenidos ajustados a sus especialidades y desarrollaban competencias

similares. Los resultados fueron que en el año académico donde hubo un mejor rendimiento académico no tenían relación con asistencia a clases, deserción o tasas de aprobación.

e) Sri et al. (2021) en su artículo científico titulado: “Un enfoque de Pizarra Inteligente en la enseñanza del curso de Matemáticas de Ingeniería”, investigación realizada en el Thiagarajar College of Engineering, Madurai-India, con el objetivo de medir el efecto de la Pizarra Inteligente o *Smart Board* del curso de Ingeniería Matemática II y su relación con el rendimiento académico.

Debido a la gran exposición al mundo virtual de los millenials, y aprovechando lo cómodos que se sienten en ese entorno y lo interesados que se muestran en querer aprender por medio de este mundo virtual, que a su vez ha irrumpido muy fuertemente en los nuevos métodos de enseñanza, se quería saber cuál era el impacto de éste cuando se trababa de aprender conceptos abstractos de la matemática. Eligieron solo un tema del curso de ingeniería Matemática II que, es común para todas las facultades de ingeniera de dicha universidad.

De una población de 780 alumnos se tomó una muestra de 60. Se formaron dos grupos, el primero llevó esa parte del curso desde el enfoque tradicional de la pizarra negra, mientras el otro desde un enfoque de la pizarra inteligente o *smart board*. Los resultados fueron sustancialmente mejores para el segundo grupo, no solamente en su rendimiento académico, sino también como un catalizador para atraer la atención del estudiante en el proceso de enseñanza aprendizaje.

### **2.3.2 Antecedentes Nacionales**

a) Yanapa (2020) hizo una investigación para su tesis bajo el título: “Aplicación de videos tutoriales para mejora el aprendizaje de límites y derivadas en los estudiantes del II semestre

de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Católica de Santa María, Arequipa”.

En el siglo presente, la calidad de la enseñanza es fundamental, pues la alta competitividad laboral del medio y la irrupción de una tecnología en constante desarrollo dentro del sistema educativo y en la vida diaria de los estudiantes, hace que se desee averiguar cómo esta nueva tecnología del video tutorial es tan atractiva (que forma parte ya de la vida de las personas), puede mejorar las metodologías tradicionales de la enseñanza, no eliminarlas, sino fortalecerlas con estas nuevas herramientas computacionales. Este es el estudio que se realizó en esta tesis de maestría, con el objetivo de comprobar la efectividad de los videos tutoriales en el proceso de aprendizaje de límites y derivadas, de la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Católica de Santa María en Arequipa.

Para el desarrollo de los videos tutoriales se usó la Aplicación Screencast-O-Mati que permite interactuar mucho con los alumnos, con la facilidad de repetir la visualización de los videos tantas veces como quisieran, hasta comprender lo que se les está explicando.

Para levantar la información se seleccionó una muestra de 50 estudiantes de la facultad de Ingeniería ambiental, para dividirlos en dos grupos, el de control y el experimental, dirigidos por la misma docente. Al primero no se les brindaría la herramienta de los videos educativos, mientras que al experimental sí. A ambos grupos se les tomaron un Pretest y Post-test. Los resultados fueron que el grupo experimental mostró un alto rendimiento académico en comparación con el grupo de control, donde en el pretest hubo unos resultados relativamente homogéneos.

**b)** Ríos (2021) ejecutó un artículo científico titulado: “Argumentación en Educación Matemática: elementos para el diseño de estudios desde la revisión bibliográfica”. En esta investigación que se desarrolla desde una revisión bibliográfica sobre la “argumentación en la

educación matemática: elementos para el diseño de estudios”, tiene como objetivo central precisar las diferentes corrientes de investigación de la estrategia de enseñanza de la argumentación en la educación matemática.

Varios estudios consideran que la importancia de esta estrategia de enseñanza es que puede generar un mayor conocimiento matemático - que se aleja de la simple acumulación de información - y el desarrollo de competencias como el de una visión crítica frente al conocimiento, comunicación asertiva y mejora en su desenvolvimiento social.

Cada vez está tomando más fuerza investigaciones sobre la argumentación matemática y el interés de incluirlo en el plan de estudios como una competencia a desarrollar por los alumnos. Los profesores tienen el reto de desarrollar habilidades, para poder distinguir las situaciones de argumentación en el salón de clases y actuar al respecto.

La metodología que se usó en este estudio fue de corte cualitativo interpretativo. Las bases de datos usadas fueron 7, a saber, Scopus, Web of Science, Google Académico, Springer, SciELO, Eric y Elsevier, en el periodo de 2015-2020. Los aspectos fundamentales en la línea de investigación para su análisis fueron 3, la forma de clasificar los argumentos y tipificarlos, posiciones frente a la argumentación y los marcos donde analizar la estructura de los argumentos.

Se deseaba que los investigadores noveles, al ver las diferentes posiciones que hay respecto a la argumentación en la educación matemática, se interesen cada vez más en esta línea de investigación a niveles desde pregrado hasta doctorado.

### ***2.3.3 Antecedentes Locales***

a) Salvatierra et al. (2021) realizaron un trabajo de investigación titulado: “Khan Academy: Fortalecimiento del aprendizaje del Cálculo I en estudiantes universitarios”.

En la búsqueda del fortalecimiento del aprendizaje del Cálculo I, para las diferentes ramas de la ingeniería, se optó por experimentar con el uso de la plataforma web Khan Academy (KA). Su objetivo era comprobar la eficacia de esta plataforma en el aprendizaje profundo y nada simplista del cálculo I, en 9 escuelas profesionales de ingeniería como la civil, sistemas computacionales, minas, electrónica entre otras. Se formaron dos grupos, uno de control con 82 estudiantes y otro experimental con 93. Se desarrollaron las diferentes actividades durante 10 semanas. Al terminar, los resultados después de las evaluaciones, el grupo experimental que usó el KA obtuvo mejores calificaciones debido al empoderamiento que da el uso de esta plataforma a los estudiantes, además mostraron una mejor autonomía, confianza y motivación durante el proceso de enseñanza-aprendizaje y fortalecimiento de sus competencias en el cálculo I.

Para finalizar, con base a toda la información obtenida por los diferentes estudios, se explican las conclusiones a las cuales se pudo llegar.

Existe en la actualidad una buena variedad de metodologías innovadoras y efectivas para el proceso de enseñanza-aprendizaje del cálculo. Se ha visto en la literatura estudiada que no es muy común aplicar una sola metodología para todo el curso, hay que ir combinándolas de acuerdo con la parte del curso que se está enseñando, para hacerlas realmente efectivas, que se reflejarán en la correcta comprensión de los conceptos matemáticos, su aplicabilidad en el mundo real y por consecuencia un alto rendimiento académico por los alumnos.

Esto no es un trabajo y compromiso solo de parte de los docentes, sino de todos los involucrados en el quehacer educativo de cualquier institución educativa que, deberían crear una sinergia que produzca en este caso, la mejor estrategia didáctica para el dictado del cálculo diferencial e integral, que forme ingenieros idóneos para estar a la medida y necesidad de una sociedad como las que nos está tocando vivir y compartir.

## CAPÍTULO 3

### Levantamiento de información

En este capítulo se muestran la metodología usada durante la investigación y las herramientas diseñadas para el levantamiento de datos a analizar.

La investigación se realizó con 18 de los 19 profesores de la materia de Cálculo I de la facultad de ingeniería de una universidad privada de Lima metropolitana.

El instrumento empleado para la encuesta a los docentes se sometió a validación mediante juicio de dos expertos, Carlos Reynaga Alarcón y Agustín Calla Salcedo, ambos docentes universitarios con más de 10 años de experiencia y ambos con grado de maestría.

### 3.1 Descripción del ambiente de investigación

#### 3.1.1 Institución educativa

**Descripción del entorno de la investigación:** Universidad privada ubicada en Lima - Perú. Esta institución educativa abrió sus puertas en 1994 y al presente cuenta con una oferta de 52 licenciaturas y más de 60 000 estudiantes. “Actualmente está trabajando en un modelo postpandemia que permite a los estudiantes, elegir su propia combinación entre cursos presenciales y a distancia” (Powell & Kleiner, 2021, p.1). “La universidad es conocida no solamente por su perfil académico, sino también por su elevado nivel de madurez digital” (Powell & Kleiner, 2021, p.1).

La Facultad de Ingeniería cuenta con 11 carreras profesionales como, por ejemplo, Ingeniería Industrial, Civil, Ambiental, Mecatrónica, entre otras.

En cuanto a investigación a nivel nacional, esta universidad es la N° 1 en crecimiento. Cuenta con más de 50 laboratorios “equipados con la más moderna tecnología y herramientas para que los alumnos pongan en práctica los conocimientos aprendidos en clases” (Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, s.f.).

El curso de Cálculo I es fundamental y transversal a todas las carreras de ingeniería. El contenido del curso es el cálculo diferencial e integral. El curso posee 6 créditos, con 6 horas de teoría a la semana. Cuenta con 19 docentes para 66 secciones del curso y una población de 2 149 alumnos.

### ***3.1.2 Personal docente y estudiantil***

**a. Descripción de docentes, principales características:** La mayoría de los profesores de dicha entidad educativa tienen como mínimo el grado de magister y un buen número el grado de doctor, con un promedio mínimo de experiencia en docencia de 10 años y con un buen manejo de los recursos digitales. Actualmente la universidad cuenta con 993 docentes de tiempo completo.

**b. Estudiantes:** Una buena parte del porcentaje de alumnos de la UPC provienen de la creciente clase media del Perú. Alrededor del 35% de los alumnos pertenecen a un contexto de la población con ingresos bajos. Por lo cual podemos afirmar que la población estudiantil de la universidad es heterogénea. Un dato muy relevante es que el 40% de los alumnos forman la primera generación de sus respectivas familias en asistir a una universidad (Powell & Kleiner, 2021).

### **3.2 Descripción de la metodología de levantamiento de datos**

La presente investigación tiene un enfoque cualitativo de tipo fenomenológico debido a que explora, determina y expone las experiencias de las personas respecto a uno o más fenómenos. Se ha decidido usar en esta investigación una metodología cualitativa fenomenológica, ya que su fin no es explicar ni transformar la realidad sino lo que se busca es identificar que metodologías son las usadas por los docentes de la facultad de ingeniería en el curso de Cálculo I y su relación con el rendimiento académico de los alumnos.

Así, encontramos en el artículo científico Metodología Principios del enfoque fenomenológico apoyando este tipo de investigación donde a la letra dice: “Los sujetos y su manera de ver el mundo, el significado que ellos atribuyen a los fenómenos estudiados, es lo que constituye **la realidad** y lo que es importante estudiar” (Universidad de las Américas Puebla, s.f., p. 34).

También apoyando esta metodología escogida Aguirre-García y Jaramillo-Echeverri (2012) afirman que, la fenomenología y su método coadyuvan significativamente al entendimiento de la verdad del sistema educativo, sobre todo las experiencias de todos los participantes en el proceso formativo, que es lo que al final nos interesa descubrir en esta investigación.

Se usaron tres herramientas explicadas a continuación que sirvieron para el levantamiento de los datos cualitativos.

### **3.2.1 Herramientas para usar:**

- a. Cuestionario a docentes
- b. Formato de análisis del Syllabus
- c. Formato de análisis de las clases presenciales y a distancia

En esta parte se explicará de una forma muy detallada todos los pasos seguidos en cada una de las 7 fases para el levantamiento de información, desde la selección de los profesores hasta el análisis de los resultados de toda la información recogida para establecer las correspondientes conclusiones y recomendaciones.

### **3.2.2 Fases seguidas:**

#### **Fase 1:** Selección de los participantes

Se seleccionaron a 18 de los 19 profesores del curso de cálculo I de la facultad de ingeniería, el 95%. Todos con un mínimo 5 años de experiencia dictando el curso. Se les expusieron los alcances de la investigación, se les pidió su participación y su consentimiento para observar sus clases presenciales y/o los videos de sus clases sobre la derivada y sus aplicaciones (según corresponda), como también su consentimiento



aceptado mediante carta firmada para utilizar la información obtenida en la aplicación de una encuesta sobre las diferentes metodologías aplicadas en el dictado del curso de cálculo I en el tema de la derivada y sus aplicaciones.

**Fase 2:** Recopilación de documentos: Syllabus, plan calendario, diseño instruccional de todas las clases sobre la derivada.

Para efectos de realizar esta investigación, la institución educativa nos facilitó toda la documentación necesaria: syllabus de la asignatura, plan calendario y diseño instruccional semanal de las clases, como también la relación de todos los profesores del curso con sus respectivos horarios de clases.

**Fase 3:** Elaboración del instrumento y su validación y aplicación de la encuesta

Se diseñó una encuesta a los docentes que fue validada por dos expertos, luego se realizó una entrevista piloto a 2 de los docentes participantes. A partir de esa información se hicieron los ajustes necesarios al cuestionario, que se dividió en 4 dimensiones, información profesional, conocimiento de la metodología, experiencia en el uso de la metodología y satisfacción del uso de la metodología.

**Fase 4:** Observación de clases presenciales/a distancia

Las clases sobre derivadas y sus aplicaciones dictadas por 12 de los 19 docentes fueron observadas de manera presencial a 6 docentes: 12 clases, 24 horas y de manera a distancia 6 docentes: 12 clases, 24 horas. (Ver tabla 3)

**Fase 5:** Radiografía de las clases presenciales y a distancia para establecer metodologías usadas.

Se hizo un análisis a profundidad de las clases presenciales y a distancia de cada profesor usando formato de análisis de clases (Anexo 2) para determinar las metodologías que los docentes dicen seguir. Debemos aclarar que se observaron todas las clases sobre la derivada en forma ordenada de acuerdo con el cronograma

establecido, donde a cada profesor le tocó una parte del tema de derivadas y sus aplicaciones, cuyos contenidos eran según el syllabus del curso: Derivada de una función en un punto. La derivada como función. Derivabilidad y continuidad. Reglas de derivación. Regla de la cadena, derivada de funciones trigonométricas. Derivada de funciones implícitas. Problemas. Aplicaciones de la derivada: Razones de cambio relacionadas. Ejercicios. Teorema del valor extremo. Optimización. Problemas. En la tabla 2 se indican los contenidos analizados a cada profesor.

**Fase 6:** Determinación de las diferentes metodologías usadas a partir de la encuesta.

Se hizo el análisis del contenido de cada encuesta para determinar todas las metodologías usadas por los docentes.

**Fase 7:** Triangulación de fuentes.

Se obtuvo el rendimiento académico de los 2 149 estudiantes del curso de Cálculo I. Estas evaluaciones se clasificaron de acuerdo con lo establecido en la tabla 1, conforme a lo política de evaluación de la universidad.

Finalmente, se hizo la triangulación de todas las fuentes (análisis de syllabus y clases, encuesta a docentes y rendimiento académico de los alumnos) para determinar las estrategias usadas por los docentes y su relación con el rendimiento académico de los estudiantes.

### **3.2.3 Referente a la variable Rendimiento Académico:**

El propósito de incluir esta variable del rendimiento académico de los alumnos en el curso de cálculo I, ha sido establecer la relación que existe entre la metodología aplicada y el desempeño académico de los estudiantes.

A continuación, se precisarán todos los formatos que servirán para el realizar el análisis del syllabus, de las clases observadas (presenciales o a distancia), y el cuestionario a los docentes participantes.

### 3.3 Descripción, diseño y desarrollo de las herramientas a utilizar:

- a. Formato de análisis del Syllabus (Anexo 1)
- b. Formato de análisis de clases (presenciales y a distancia) (Anexo 2)
- c. Cuestionario a docentes (Anexo 3):
  - Dimensión A: Información profesional
  - Dimensión B: Conocimiento de la metodología
  - Dimensión C: Experiencia en el uso de la metodología
  - Dimensión D: Satisfacción del uso de la metodología

### 3.4 Plan de levantamiento de datos

Este es el cronograma de actividades para el levantamiento de datos, desde la selección de participantes hasta triangulación de fuentes. Se empezó la primera semana de setiembre y terminó a finales de enero.

**Tabla 1**

*Cronograma de ejecución de la fase 1 hasta la fase 7*

Fases	Setiembre				Octubre				Nov.				Dic.				Enero			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1 - Selección de participantes	■	■																		
2 - Recopilación de documentación		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
3 - Validación y aplicación de encuesta			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
4 - Observación de clases presenciales/distancia				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
5 - Análisis de encuesta a docentes													■	■	■	■	■	■	■	■
6 - Radiografía de clases																	■	■	■	■
7 - Triangulación de fuentes																				■

Ahora se muestran dos tablas, la tabla 2 donde se aprecia la clasificación de las notas de los alumnos (rendimiento académico) como “aprendizaje sobresaliente”, “nivel de aprendizaje mínimo de logro” y “aprendizaje no logrado”, conforme a la política de evaluación de la universidad. La tabla 3 muestra la relación de clases observadas a los 12 docentes de forma presencial (6) y a distancia (6).

**Tabla 2**

*Rendimiento Académico*

Variable	Indicador	Ítem	Instrumento
Rendimiento académico	Escala de calificación (00 – 20)	a) Aprendizaje sobresaliente: 20-17 b) Aprendizaje mínimo logrado: 16-13 c) Aprendizaje no logrado: 12-00	Actas y registros de notas de alumnos

**Tabla 3**

*Contenidos de las clases a observar de cada profesor*

Docente	Contenidos por sesión de clase según docente					
	Derivada de una función en un punto. La derivada como función. Derivabilidad y continuidad. Reglas de derivación 27/8	Regla de la cadena, derivada de funciones trigonométricas. Derivada de funciones implícitas. Problemas. 3/9	Aplicaciones de la derivada: Razones de cambio relacionadas 12/9	Análisis de funciones. Análisis de la segunda derivada. 17/9	Ejercicios. Teorema del valor extremo. 19/9	Optimización. Problemas. 24/9
1	X	X				
2	X	X				
3			X	X		
4			X	X		
5			X	X		
6			X	X		
7					X	X
8					X	X
9					X	X
10					X	X
11					X	X
12					X	X

Clases a distancia  Clases presenciales 

Se concluye que se cumplieron con todas las 7 fases establecidas conforme al cronograma propuesto. A partir de las respuestas dadas por el 95% (18 docentes) en las encuestas y el análisis final de las clases observadas presenciales y a distancia de cada uno de los docentes, se pudieron establecer las metodologías de enseñanza usadas en el curso de cálculo I en el tema de la derivada para hacer la triangulación de información junto con el rendimiento académico de los 2 149 estudiantes y ver qué asociación existe entre la metodología usada y el rendimiento académico de los alumnos. El proceso detallado de cómo se llegan a los resultados de toda la información obtenida se expone claramente en el capítulo 4.

## CAPÍTULO 4

### Reporte de resultados de la investigación

En este cuarto capítulo, se ha realizado primeramente el reporte del análisis del syllabus del curso de Cálculo I. Segundo se ha hecho el análisis de la información recibida por medio de un cuestionario de los 18 profesores (19 en total), en cada una de las 4 dimensiones exploradas en la investigación. Tercero, se ha ejecutado el análisis -de acuerdo con el formato establecido- de las clases presenciales observadas, (12 en total, 24 horas de clases) y a distancia, (12 en total, 24 horas de clases) y, por último, se ha obtenido el rendimiento académico de los 2149 alumnos entre presenciales (1259 estudiantes) y a distancia (890 estudiantes), para hacer la triangulación correspondiente entre los tres análisis para la discusión y resultados finales.

#### 4.1 Análisis de syllabus

**Tabla 4**

*Análisis del syllabus*

1. Información General	
Facultad	✓
Año	✓
Semestre	✓
Curso	✓
Pre-requisito	✗
Código	✓
Créditos	✓
Docentes	✓
Fecha de inicio	✗
Fecha de fin	✗
Horario	✗
Horas	✓
2. Introducción del curso	✓
3. Logros del curso	✓
4. Competencias a desarrollar	✓
5. Evaluación final	✓
6. Bibliografía	✓

*Nota:* Un syllabus bien elaborado, con los objetivos y reglas a cumplir bien claras y explicadas. Solamente no incuyeron el pre-requisito, la fecha de inicio y fin y el horario del curso.

Tabla 5

*Organización del proceso de aprendizaje, estrategias y temáticas*

Unidad	Temas y sub-temas	Horas	Fechas (día/mes)	Logros específicos	Estrategias de enseñanza-aprendizaje	Experiencias de aprendizaje por horas	Recursos didácticos	Evaluación
1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

*Nota:* La organización del proceso de aprendizaje, estrategias y temáticas cumplieron todas las expectativas.

## 4.2 Resultados cualitativos de los docentes

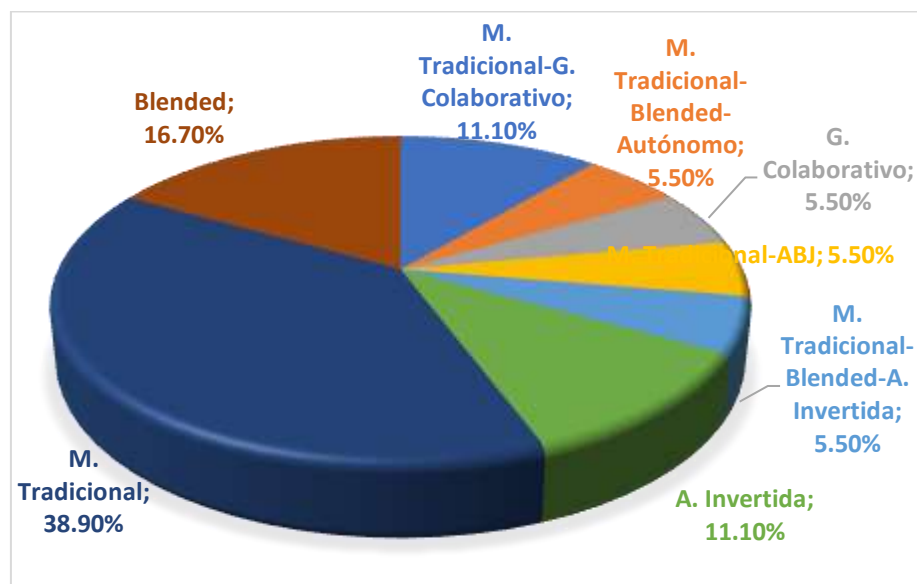
### a) Dimensión A: Metodologías usadas (18 respuestas)

¿Qué metodologías usó para cada parte de los temas indicados en el recuadro temas?

**Tema a):** Derivada de una función en un punto. La derivada como función. Derivabilidad y continuidad. Reglas de derivación.

**Figura 1**

*Metodología usada tema “a”*



*Nota:* Metodología Blended Learning = Método Blended

Respecto a este primer tema sobre la derivada, un total del 38.9% (7 profesores) manifestaron que la metodología que usaron fue la Tradicional; el 16.7% (3 profesores) el método Blended; el método del

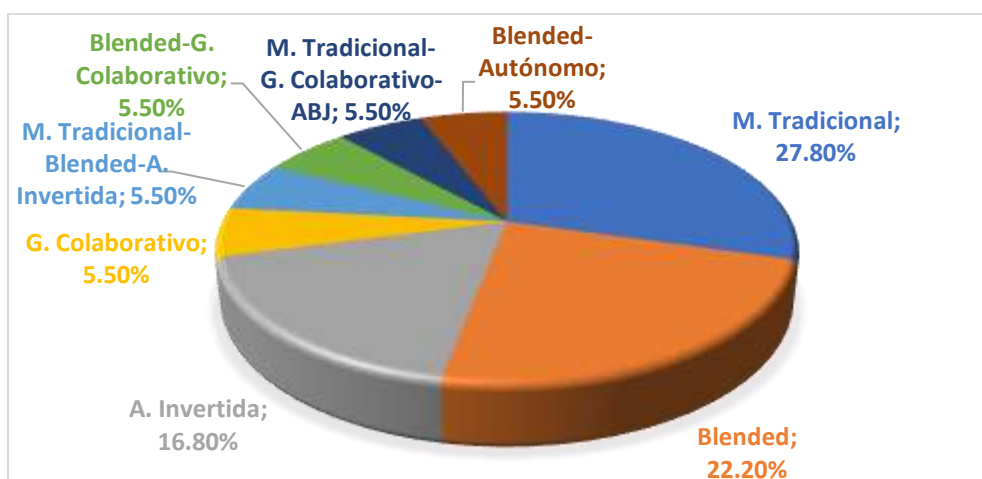
Aula Invertida 11.1% (2 profesores) y el 5.5% (1 profesor) la metodología del Grupo Colaborativo-Cooperativo. Los que usaron 2 metodologías diferentes fueron 3 profesores, el 5.5% (1 profesor) las metodologías Tradicional y ABJ y el 11.1% (2 profesores) el Tradicional con Grupo Colaborativo-Cooperativo. Al final tenemos dos profesores que usaron 3 metodologías diferentes, el 5.5% (1 profesor) el Tradicional, Blended y Aula Invertida y el 5.5% (1 profesor) el Tradicional, Blended y el Aprendizaje Autónomo.

En la enseñanza de la primera parte de la derivada, lo más resaltante es que de un total de 18 docentes, 12 manifestaron haber usado la metodología tradicional, donde 5 de ellos la combinaron con otras metodologías.

**Tema b):** Regla de la cadena. Derivada de funciones trigonométricas. Derivada de funciones implícitas. Problemas.

### Figura 2

*Metodología usada tema "b"*



En este segundo tema sobre la derivada, los que sólo usaron una metodología fueron el 27.8% (5 profesores) la Tradicional, el 22.2% (4 profesores) Blended, el 16.8% (3 profesores) el Aula Invertida y el 5.5% (1 profesor) Grupo Colaborativo-Cooperativo. De los profesores que usaron 2 metodologías diferentes, tenemos el 5.5% (1 profesor) Blended y Aprendizaje Autónomo y



el 5.5% (1 profesor) Blended y Grupo Colaborativo- Cooperativo. Por último, encontramos a 2 profesores que usaron 3 metodologías distintas, el primero 5.5% (1 profesor) el Tradicional, Grupo Colaborativo-Cooperativo y ABJ, mientras que el segundo 5.5% (1 profesor) usó el Tradicional, Blended y Aula Invertida.

En la enseñanza de la segunda parte de la derivada se pudo apreciar que, de un total de 18 docentes, sólo 7 manifestaron haber usado la metodología tradicional, donde únicamente 2 de ellos la combinaron con otras metodologías. El resto, 11 docentes, manifestaron haber aplicado una variedad de nuevas metodologías.

**Tema c):** Aplicaciones de la derivada. Razones de cambio relacionadas

**Figura 3**

*Metodología usada tema “c”*



En esta tercera parte hubieron el 33.3% (6 profesores) que usaron solo el método Tradicional, el 16.7% (3 profesores) sólo el Aula invertida, 16.7% (3 profesores) sólo la metodología de Grupo Colaborativo-Cooperativo y sólo Blended el 11.1% (2 profesores); de los que usaron dos metodologías tenemos el 5.5% (1 profesor) el Tradicional y Grupo Colaborativo-

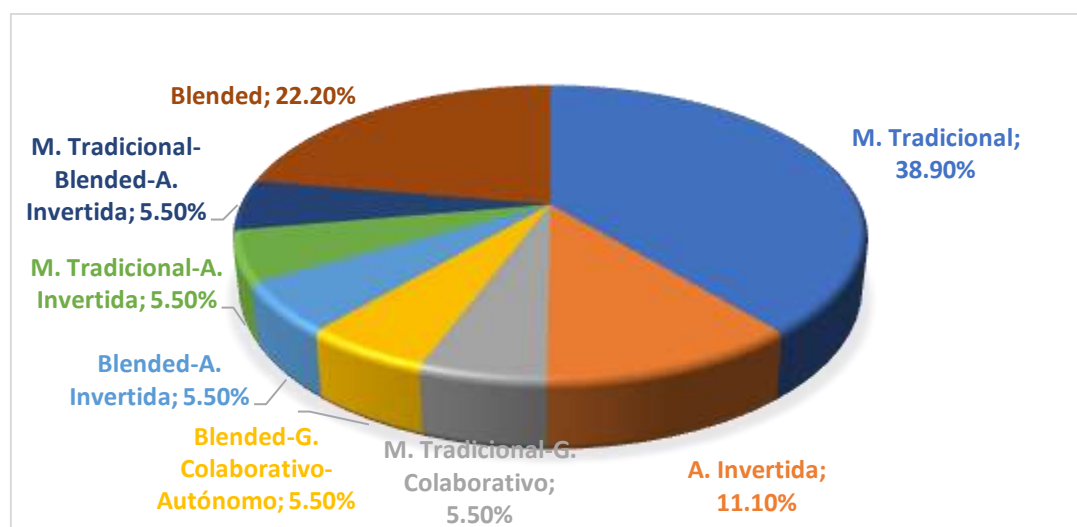
Cooperativo y otro 5.5% (1 profesor) Blended y Grupo Colaborativo-Cooperativo; sólo un 5.5% (1 profesor) usó tres metodologías distintas, Blended, Grupo Colaborativo-Cooperativo y Aula invertida.

Las metodologías de enseñanza usadas en el tema “c” sobre derivadas, la mayoría de los docentes manifestaron haber aplicado el método tradicional (10 docentes de 18), aunque 3 de ellos lo combinaron con otras metodologías. El resto de los docentes manifestaron haber usado el método del aula invertida, seguido de grupo colaborativo-cooperativo y blended.

**Tema d):** Análisis de funciones. Análisis de la segunda derivada.

#### Figura 4

*Metodología usada tema “d”*



En esta parte sólo aplicaron una metodología 13 profesores, el 11.1% (2 profesores) Aula Invertida, el 22.2% (4 profesores) Blended y el 38.9% (7 profesores) el método Tradicional; 3 docentes usaron cada uno de los siguientes métodos, Tradicional y Grupo Colaborativo-Cooperativo 5,5% (1profesor), Blended y Aula Invertida 5,5% (1profesor) y, tradicional y Aula Invertida 5,5% (1profesor); por último 2 profesores que aplicaron tres metodologías, el 5.5%

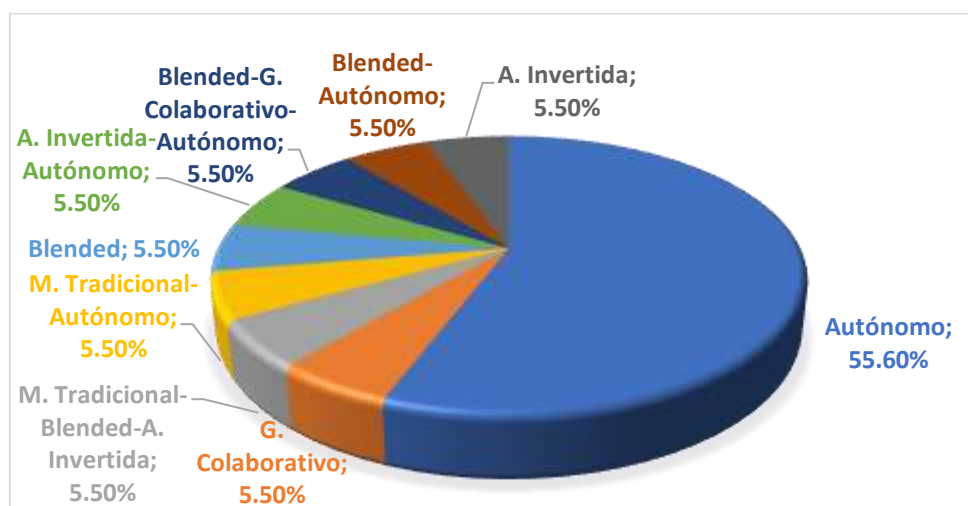
(1 profesor) el Tradicional, Blended y Aula invertida y el otro 5.5%) (1 profesor) Blended, Grupo Colaborativo- Cooperativo y Aprendizaje Autónomo.

Para la parte “d” del tema de la derivada, también la mayoría de los docentes aplicaron la metodología tradicional (9 docentes de 18), 2 de los cuales la combinaron con otra nueva metodología. El resto, 9 docentes, aplicaron diferentes nuevas metodologías.

**Tema e):** Regla de L´ Hospital. Retroalimentación de sesiones anteriores.

### Figura 5

*Metodología usada tema “e”*



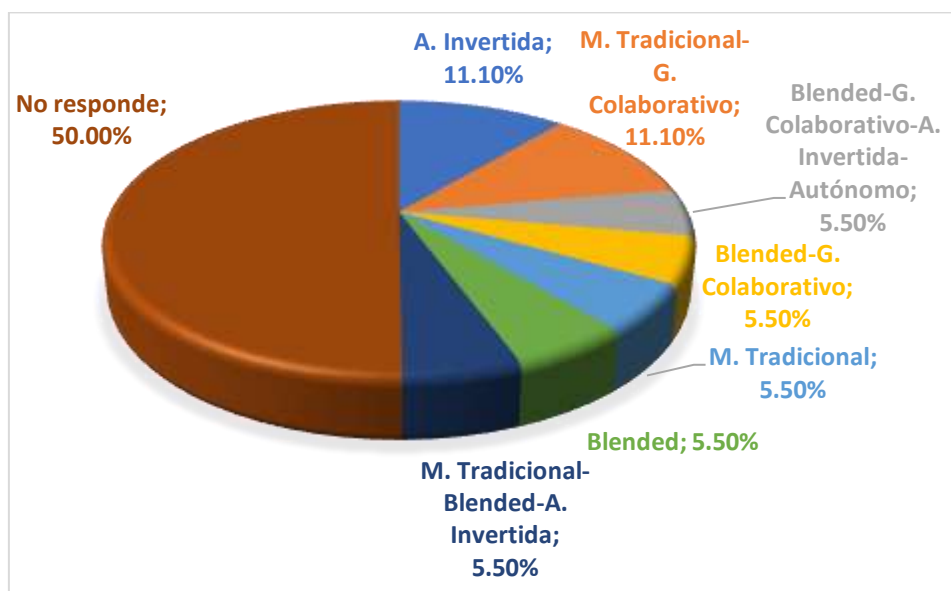
Para esta parte de la derivada hubieron el 55.6% (10 profesores) que usaron la metodología del Aprendizaje Autónomo, el 5.5% (1 profesor) el Aula Invertida, el 5.5% (1 profesor) Blended, y otro 5.5% (1 profesor) el método de Grupo Colaborativo-Cooperativo; de los que usaron dos metodologías diferentes tenemos, el 5.5% (1 profesor) Blended y Aprendizaje Autónomo, el 5.5% (1 profesor) Aula Invertida y Aprendizaje Autónomo y otro 5.5% (1 profesor) método Tradicional y Aprendizaje Autónomo; por último hubo un 5.5% (1 profesor) que aplicó Blended, Grupo Colaborativo-Cooperativo y aprendizaje autónomo y otro 5.5% (1 profesor) que usó Blended, método Tradicional y Aprendizaje Autónomo.

Para el tema “e” de la derivada, la metodología de enseñanza más usada fue el aprendizaje autónomo (15 docentes), de los cuales 5 profesores la combinaron con otra nueva metodología. El resto de los docentes (3) aplicaron diferentes nuevas metodologías.

**Tema f):** Ejercicios. Teorema del Valor Extremo. Optimización. Problemas.

**Figura 6**

*Metodología usada tema “f”*



En esta parte final encontramos que el 50% (9 profesores) no respondieron que metodología aplicaron; el 11% (2 profesores) aplicaron el Aula invertida, el 5.5% 5.5% (1 profesor) Blended y otro 5.5% (1 profesor) el método Tradicional; un 11.1% (2 profesores) usaron los métodos Tradicional y Grupo Colaborativo-Cooperativo y un 5.5% 5.5% (1 profesor) Blended y Grupo Colaborativo-Cooperativo; otro 5.5% 5.5% (1 profesor) Blended, Grupo Colaborativo-Cooperativo, Aula Invertida y Aprendizaje Autónomo y otro 5.5% 5.5% (1 profesor) el Tradicional, Blended y Aula invertida.

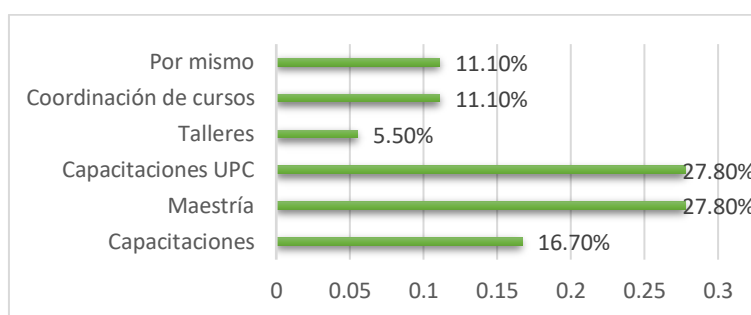
Para el último tema “f” de la derivada, la mitad de los docentes no manifestaron que metodología de enseñanza aplicaron. La metodología tradicional fue usada sólo por 4 profesores que la combinaron con otras nuevas metodologías.

### b) Dimensión B: Conocimiento de la metodología (18 respuestas)

¿Cómo se enteró de las metodologías empleadas?

#### Figura 7

*Conocimiento de la metodología*

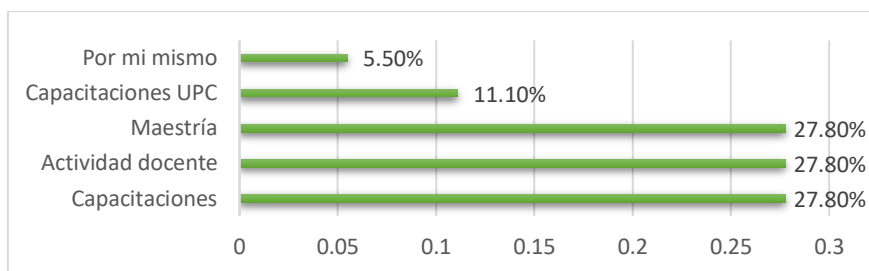


Referente a como se enteró de las metodologías empleadas encontramos que un 11.1% (2 profesores) dijeron que por sí mismos; otro 11.1% (2 profesores) en la coordinación de cursos; un 5.5% (1 profesor) en talleres; un 27.7% (5 profesores) en capacitaciones que da la UPC, otro 27.8% (5 profesores) en la maestría por último un 16.7% (3 profesores) en capacitaciones fuera de la UPC.

Muy interesante notar que las maneras más mencionadas de conocer las nuevas metodologías de enseñanza fueron, por capacitación en su mismo centro laboral (5 docentes) y por sus estudios de maestría otros 5 docentes.

#### Figura 8

*Cómo aprendió las metodologías empleadas*

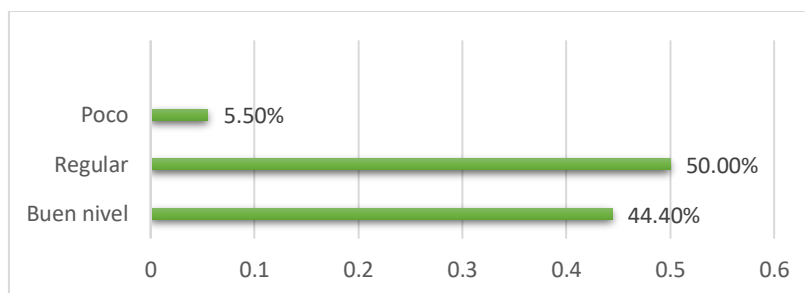


Al responder la pregunta de cómo aprendió las metodologías aplicadas, hallamos que un 5.5% (1 profesor) contestó que por sí mismo; un 11.1% (2 profesores) en capacitaciones de la UPC; un 27.8% (5 profesores) en la maestría; otro 27.8% (5 profesores) en su actividad docente y otro 27.8% (5 profesores) en capacitaciones fuera de la UPC.

Fue importante descubrir que 15 de un total de 18 docentes aprendieron las nuevas metodologías de enseñanza por sus estudios de maestría (5), por su misma actividad docente (5) y por capacitaciones fuera de su centro laboral (5), eso demostró el interés personal de cada docente por actualizarse.

### Figura 9

*Que tanto aprendió de las metodologías empleadas*

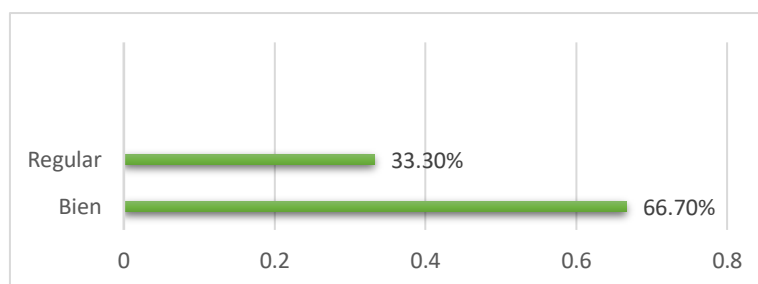


Referente a que tanto aprendió, un 5.5% (1 profesor) manifestó que poco; un 50% (9 profesores) regular y un 44.4% (8 profesores) a buen nivel.

El gráfico nos muestra que no todos los docentes aprendieron las nuevas metodologías de enseñanza al mismo nivel, eso podría estar en relación muy estrecha con el gráfico anterior de cómo aprendieron estas nuevas metodologías.

### Figura 10

*Comprendió su practicidad y potencialidad para aplicar las metodologías empleadas*

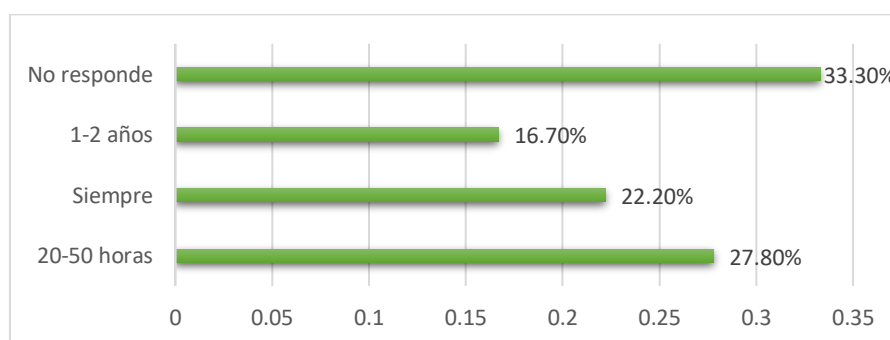


Referente a la comprensión de la practicidad y potencialidad de las metodologías, un 33.3% (6 profesores) respondieron que regular; mientras que un 66.7% (12 profesores) respondieron que bien.

La mayoría de los docentes (12) respondieron bien respecto a la comprensión de la practicidad y potencialidad de las metodologías. El resto (6) de los docentes manifestó que regular. El punto clave aquí sería cuánto tiempo llevan empleando dichas metodologías en su enseñanza.

### Figura 11

*Que tiempo dedicó para estudiar las metodologías empleadas*



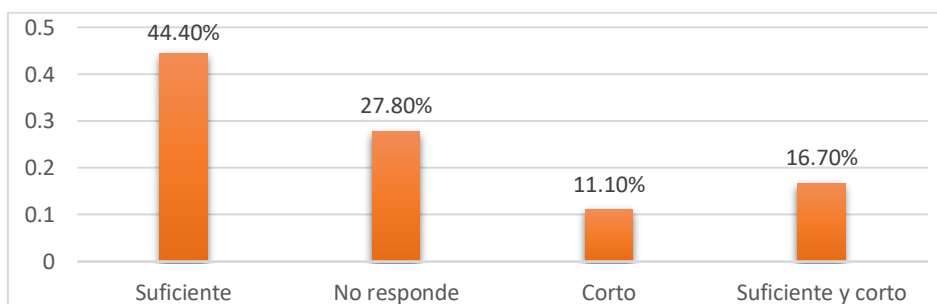
Con respecto al tiempo dedicado en estudiar las diferentes metodologías usadas, un 33.3% (6 profesores) no respondieron; un 16.7% (3 profesores) de 1-2 años; un 22.2% (4 profesores) estudian siempre y un 27.8% (5 profesores) le dedicaron de 20-50 horas.

La tercera parte de los docentes (6) no respondieron cuanto tiempo le dedicaron al estudio de estas metodologías. Un buen número de ellos si lo recordaron (12). De entre ellos el más relevante fue que 4 de ellos manifestaron que las estudiaban siempre, eso indicó que constantemente se mantuvieron actualizados.

#### d) Dimensión C: Experiencia en el uso de la metodología (18 respuestas)

##### Figura 12

*Como fue el tiempo al momento de implementar la metodología empleada para un tema específico*



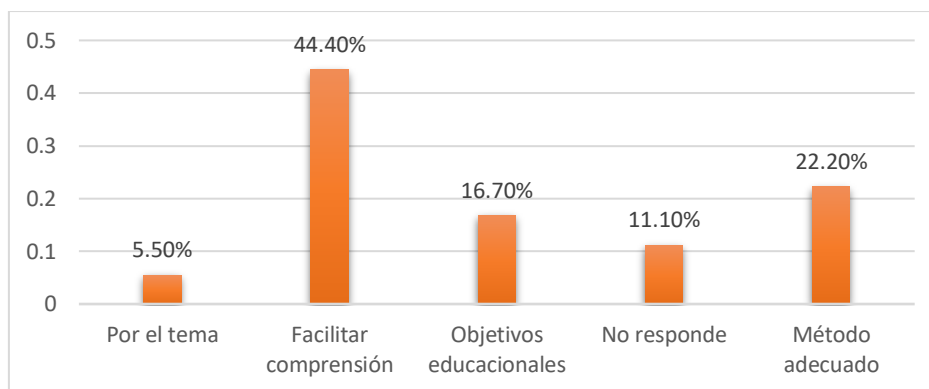
Al responder esta pregunta de cómo les fue con el tiempo al implementar la metodología en el aula, el 44.4% (8 profesores) manifestaron que este fue suficiente; el 27.8% (5 profesores) no respondieron; el 11.1% (2 profesores) indicaron que les fue corto y 11 16.7% (3 profesores) dijeron que el tiempo una vez fue suficiente y otra vez corto.

En esta pregunta sobre el tiempo, cabe notar que la mayoría manifestó que fue suficiente (8 docentes) y 3 de ellos manifestaron que fue suficiente en algunos casos y corto en otros. Según se pudo apreciar en todas las clases observadas, siguiendo el diseño instruccional, el tiempo generalmente fue suficiente.

##### Figura 13

*Porqué usó la metodología empleada para un tema específico*



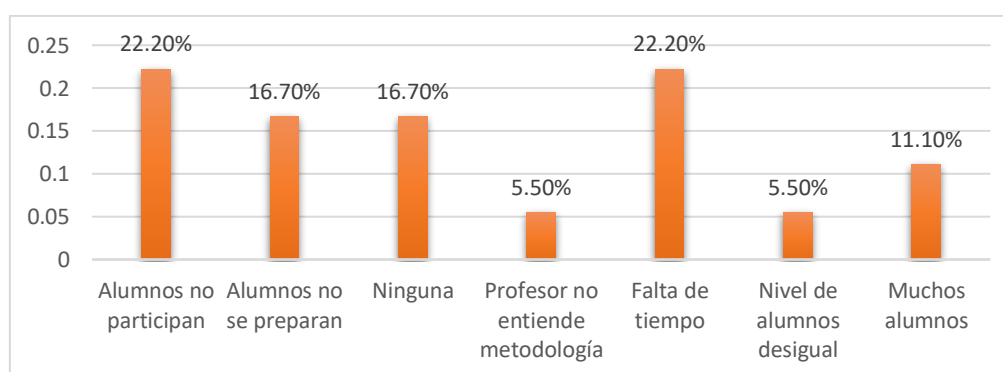


Referente a porque usó esa metodología, un 5.5% (1 profesor) contestó que por el tema; un 44.4% (8 profesores) porque así se facilitaría la comprensión; un 16.7% (3 profesores) por seguir los objetivos institucionales; un 11.1% (2 profesores) no respondieron y un 22.2% (4 profesores) porque el método era el adecuado.

Es muy importante manifestar aquí que la institución educativa es la que eligió la metodología de enseñanza para el curso de Cálculo I. Lo relevante fue que los docentes pudieron percibir que dicha metodología facilitó la comprensión del curso (8 docentes), y que resultó ser una metodología adecuada para el mismo (4 docentes).

#### Figura 14

*Que dificultades tuvo al aplicar la metodología empleada para un tema específico*



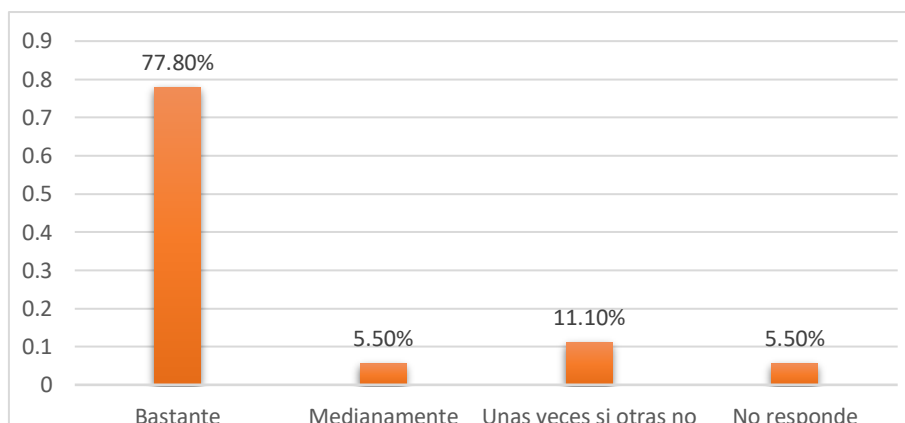
Con relación a las dificultades que tuvieron al aplicar la metodología, un 22.2% (2 profesores) contestaron que esta era debido a que los alumnos no participaban; un 16.7% (3 profesores) que los alumnos no iban preparados a la clase; otro 16.7% (3 profesores) que no tuvieron

ninguna dificultad; un 5.5% (1 profesor) que el mismo no entendía la metodología; un 22.2% (4 profesores) la falta de tiempo; un 5.5% (1 profesor) que el nivel de los alumnos era desigual y un 11.1% (2 profesores) que muchos alumnos en la clase.

Tan solo 3 docentes no tuvieron ninguna dificultad en aplicar la metodología. Todas las demás respuestas dadas por los docentes sólo indicaron falta de entrenamiento en la metodología, pues éstas nuevas formas de enseñar fueron creadas para solucionar todos esos inconvenientes que manifestaron.

### Figura 15

*Esta metodología mejoró su forma de transferir los conocimientos deseados. Porque*

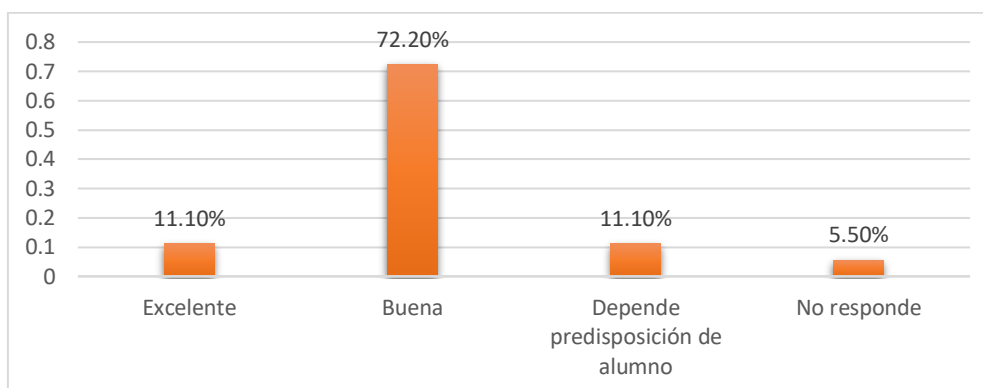


Referente a la mejora en la transmisión de los conocimientos, el 77.8% (14 profesores) dijeron que había mejorado bastante; el 5.5% (1 profesor) medianamente; el 11.1% (2 profesores) unas veces si otras veces no y otro 5.5% (1 profesor) no respondió.

Cabe destacar en esta pregunta que 14 docentes (de 18) manifestaron que con esta nueva metodología se mejoró la transmisión de los conocimientos. Se deberá analizar porque los 4 restantes opinaron diferente, de los cuales respondieron que medianamente (1), intermitente (2) y no respondió nada (1).

**Figura 16**

*Cuál ha sido la relación entre usar esta metodología y el proceso de enseñanza -aprendizaje de los alumnos*



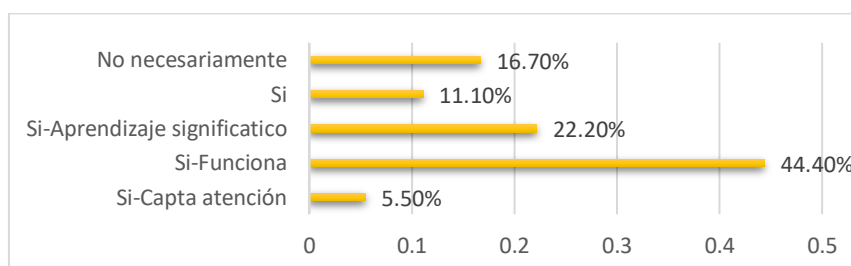
Con respecto a la relación entre la metodología empleada y la enseñanza-aprendizaje de los alumnos, un 11.1% (2 profesores) manifestaron que fue excelente; un 72.2% (13 profesores) que fue buena; un 11.1% (2 profesores) que dependió de la predisposición del alumno y un 5.5% (1 profesor) no respondió.

Muy relevante fue que 15 de los 18 docentes manifestaran que la relación entre la metodología empleada y la enseñanza-aprendizaje de los alumnos fue excelente (2) y muy buena (13). Eso validó realmente la idoneidad de la metodología aplicada.

#### **e) Dimensión D: Satisfacción del uso de la metodología (18 respuestas)**

**Figura 17**

*Aplicaría esta metodología a otras partes del curso*

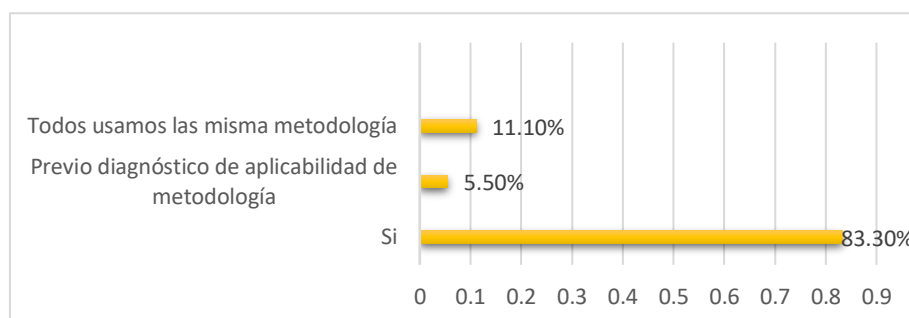


Al responder si aplicarían esta metodología en otras partes del curso respondió así, el 16.7% (3 profesores) no necesariamente; el 11.1% (2 profesores) que sí; el 22.2% (4 profesores) que sí, pues se logra un aprendizaje significativo; el 44.4% (8 profesores) que sí, pues funciona la metodología; y el 5.5% (1 profesor) que sí, pues capta la atención del alumno.

Muy interesante fue la disposición de los docentes de aplicar esta metodología a las otras partes del curso de cálculo I, 15 de los 18 docentes sí estuvieron dispuestos por significativas razones como, por ejemplo, “si funciona”, “capta la atención del alumno” y se logra un “aprendizaje significativo”.

### Figura 18

*Recomendaría esta metodología a sus colegas que dictan el mismo curso*

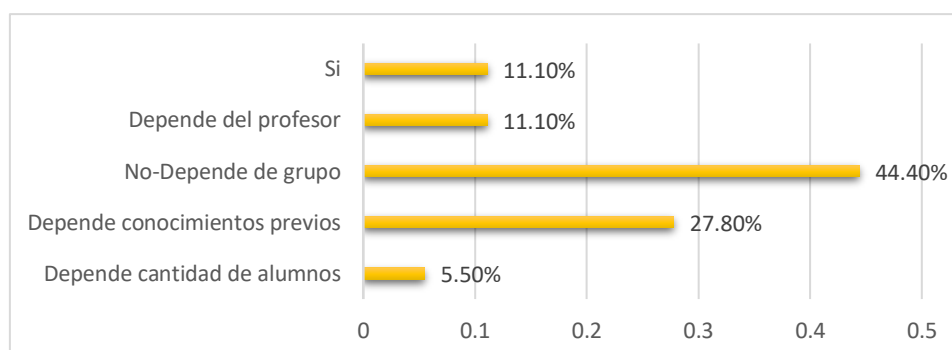


En relación con si recomendaría esta metodología a otros colegas un 11.1% (2 profesores) contestaron que no, pues todos usan la misma metodología; un 5.5% (1 profesor) dijeron que previo diagnóstico de aplicabilidad si, y definitivamente si la compartirían el 83.3% (15 profesores).

Bastante relevante que 15 de 18 docentes participantes si recomendarían esta metodología a otros colegas del mismo curso. Valida también la idoneidad del método.

### Figura 19

*Funciona consistentemente esta metodología para cualquier grupo de estudiantes. ¿Por qué?*

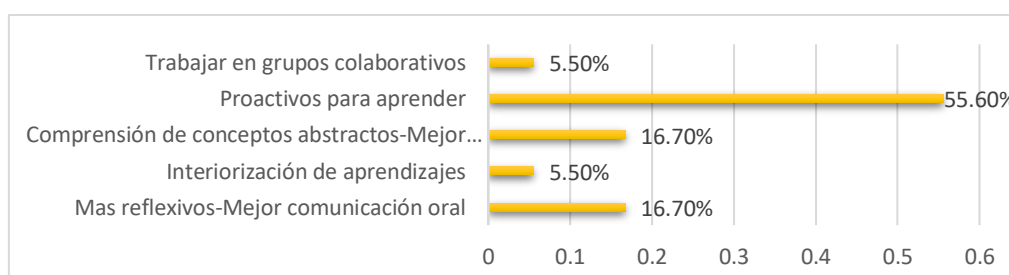


Referente a su relación con la consistencia de la metodología en cualquier grupo de estudiantes respondieron, el 11.1% (2 profesores) que sí; otro 11.1% (2 profesores) que si pero que depende del profesor; el 44.4% (8 profesores) que sí, pero depende de los grupos; el 27.8% (5 profesores) que depende de los conocimientos previos que tenga el grupo de estudiantes y un 5.5% (1 profesor) depende de la cantidad de alumnos en el aula.

Esta pregunta obtuvo respuestas muy críticas que hacen necesario una reflexión al respecto, pues 14 de los 18 docentes manifestaron que la consistencia en aplicar esta metodología depende del grupo humano de estudiantes (8), de sus conocimientos previos (5) o de la cantidad de alumnos por aula (1). Pero, las nuevas metodologías justamente fueron creadas para solucionar todas esas respuestas.

### Figura 20

*Mencione algunos cambios significativos con los estudiantes cuando usó la metodología empleada.*

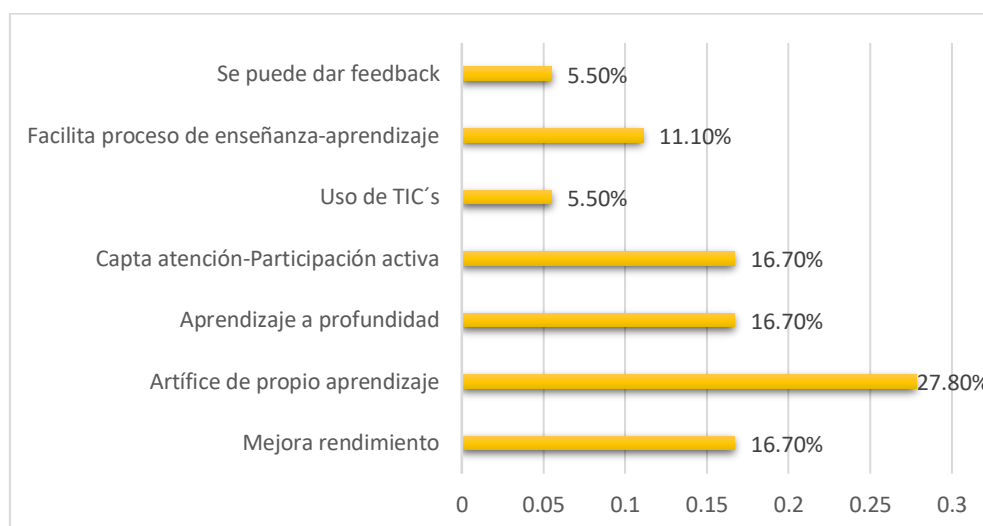


Con respecto a los cambios significativos entre los alumnos al usar esa metodología, el 5.5% (1 profesor) manifiesta que aprendieron trabajar en grupos colaborativos-cooperativos; el 55.6% (10 profesores) se volvieron más proactivos para aprender; el 16.7% (3 profesores) mejoraron su comprensión de conceptos abstractos u su rendimiento; el 5.5% (1 profesor) mejoraron en la interiorización de los aprendizajes y otro 16.7% (3 profesores) se volvieron más reflexivos y mejoraron su comunicación oral.

Muy destacado notar los cambios significativos que los docentes observaron en sus alumnos al aplicar esta nueva metodología de enseñanza, en primer lugar 10 docentes manifestaron que los alumnos fueron muy proactivos al aprender. Segundo, 3 docentes manifestaron que fueron más reflexivos-mejor comunicación oral, y otros 3 docentes manifestaron que los alumnos mejoraron la comprensión de conceptos abstractos-mejor rendimiento. Esto valida nuevamente la idoneidad de la metodología empleada.

### Figura 21

*Qué beneficios tiene al aplicar la metodología empleada*



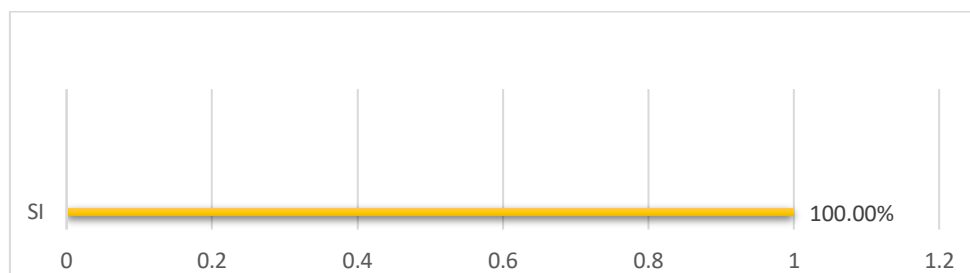
Analizando los beneficios de aplicar esta metodología respondieron así, un 5.5% (1 profesor) que lo bueno es que se puede dar feedback; un 11.1% (2 profesores) que facilita el proceso de enseñanza-aprendizaje; un 5.5% (1 profesor) el uso de las TIC; un 16.7% (3 profesores) que

capta la atención de los alumnos y promueve una participación activa; otro 16.7% (3 profesores) que se logra el aprendizaje a profundidad; un 27.80% (5 profesores) que permite que el estudiante sea el artífice de su propio aprendizaje y un 16.70% (3 profesores) que mejora el rendimiento académico.

Y de la pregunta más importante del cuestionario, todos los docentes manifestaron al menos un buen beneficio en los estudiantes, siendo el más relevante el de haber sido “el artífice de su propio aprendizaje” en la percepción de 5 docentes.

### Figura 22

*Estaría interesado en conocer y aprender nuevas metodologías de enseñanza del cálculo I recomendadas por la universidad*



El 100% (18 profesores) manifestaron que si les gustaría conocer y aprender nuevas metodologías para la enseñanza del curso de cálculo I.

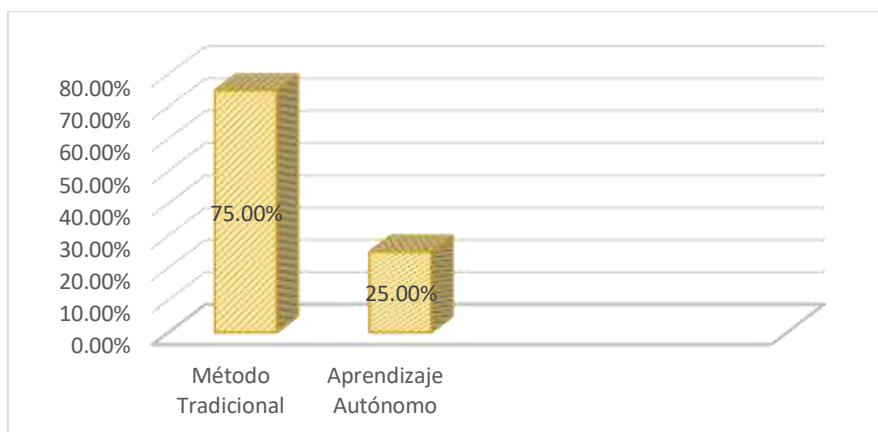
Este gráfico mostró el interés de los docentes de mejorar y capacitarse en nuevas metodologías de enseñanza-aprendizaje.

### 4.3 Resultados de observar las clases Presenciales y A Distancia

a) Relacionadas a la metodología empleada por los profesores en el tema DERIVADA

### Figura 23

*Metodología empleada*

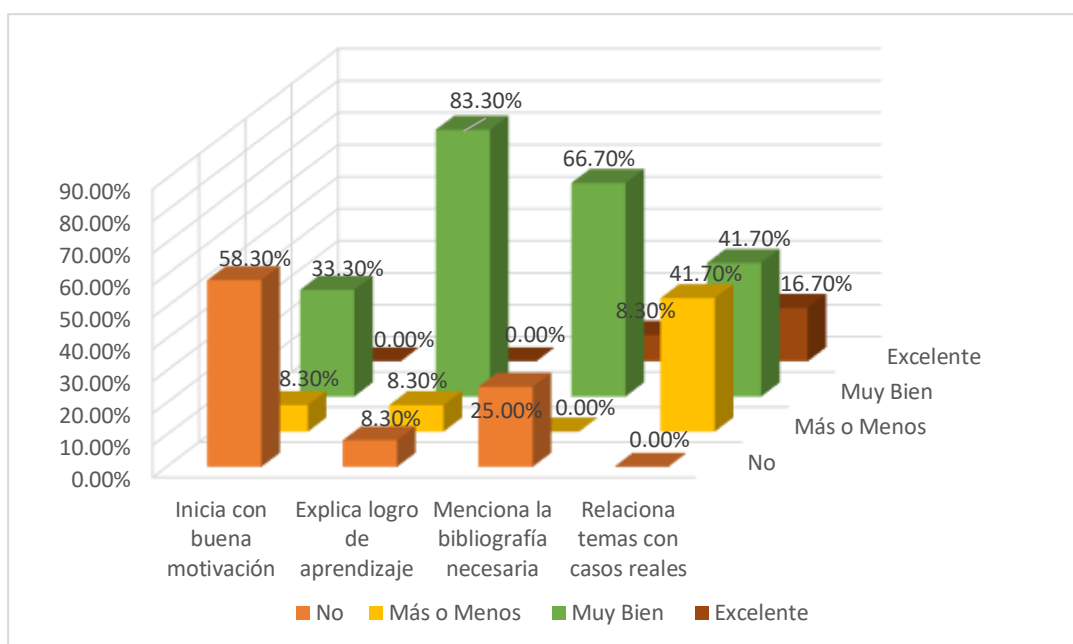


En este caso, el híbrido que se ha creado es la unión de la metodología tradicional (75%) para las clases presenciales y el Aprendizaje Autónomo (25%) para la parte del e-learning.

**b) Relacionadas con el inicio de clase por el docente:**

**Figura 24**

*Estrategia inicio de clase*



Al inicio de la clase se observó que el 58.30% (7 docentes) no empiezan con ninguna motivación a los alumnos, el 8.30% (1 docente) con una motivación leve, el 33.30% 8 (4 docentes) si comienzan con una muy buena motivación y el 0.00% (ningún docente) empiezan



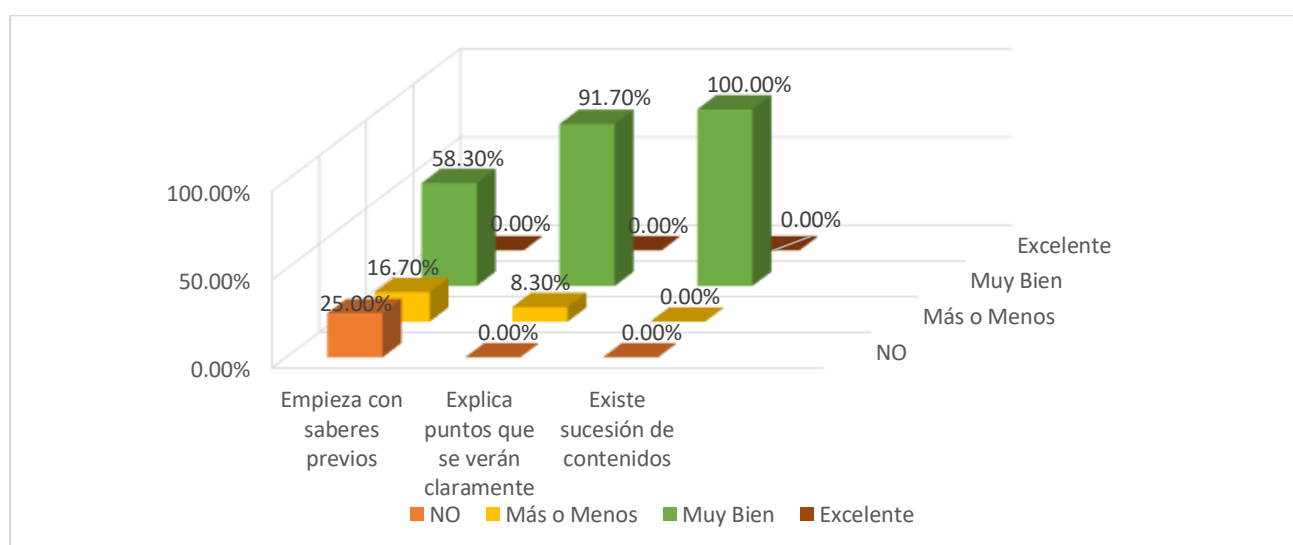
con una excelente motivación. Referente a si explican el logro de aprendizaje de la clase, un 8.30% (1 docente) no lo hace, otro 8.30% (1 docente) lo explica más o menos, un 83.30% (10 docentes) explican el logro muy bien y un 0.00% (ningún docente) lo hace de forma excelente. Con relación a si mencionan la bibliografía necesaria para el tema de la clase, el 25.00% (3 docentes) no lo indican, el 0.00% (ningún docente) lo hace más o menos, el 66.70% (8 docentes) lo menciona muy bien y el 8.30% (1 docente) lo hace excelente. En la parte en que, si el profesor relaciona los contenidos explicados en clase con situaciones de la vida real, un 41.70% (5 docentes) lo realizan más o menos, otro 41.70% (5 docentes) lo hacen muy bien y un 16.70% (2 docentes) lo hace de forma excelente.

Aquí hay que resaltar que en los rubros “menciona la bibliografía necesaria” y “relaciona temas con la vida real” 3 docentes llegaron a la excelencia y 13 docentes llegaron a muy bueno. 10 docentes obtuvieron muy bueno en el rubro “explica logro de aprendizaje”. Hay que reflexionar sobre porque un poco menos de la mitad de los docentes (7) no inició la clase con una buena motivación. Estos resultados mostraron una estrategia de inicio de clase muy buena.

### c) Relacionadas con el desarrollo de la clase por el docente:

#### Figura 25

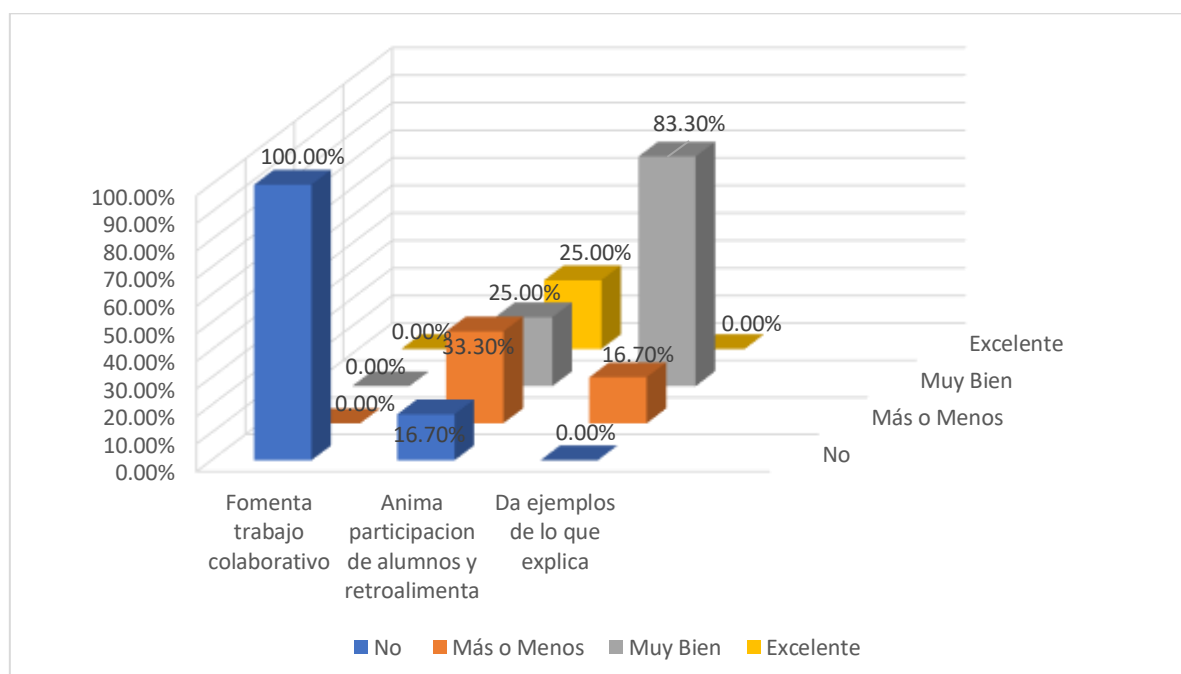
##### *Estrategia desarrollo de clase primera parte*



Durante el desarrollo de la clase se observó referente a si empieza con saberes previos que el 25.00% (3 docentes) no lo hicieron, el 16.70% (2 docentes) lo hicieron más o menos, el 58.30% (7 docentes) lo hicieron muy bien y el 0.00% (ninguna docente) lo hicieron de forma excelente. En el punto si explica los puntos que se verán durante la clase claramente, un 0.00% (ningún docente) no lo explicó; un 8.30% (1 docente) lo hizo más o menos; un 91.70% (11 docentes) lo explicaron muy bien y un 0.00% (ninguna docente) lo hizo de manera excelente. Con relación a si existe sucesión de contenidos, el 100% (12 docentes) lo hicieron muy bien. En esta primera parte de la estrategia para desarrollo de la clase, en los rubros “empieza con saberes previos”, “explica punto que se verán claramente” y “existe sucesión de contenidos”, los profesores que alcanzaron el muy bueno son 7, 11 y 12 respectivamente, de un total de 12 docentes observados. Se corrobora entonces que la estrategia usada fue muy buena.

## Figura 26

### *Estrategia desarrollo de clase segunda parte*



Siguiendo con las actividades durante el desarrollo de la clase, en el rubro si el docente fomenta el trabajo colaborativo, el 100% (12 docentes) no lo fomentaron en lo absoluto. Sobre si anima

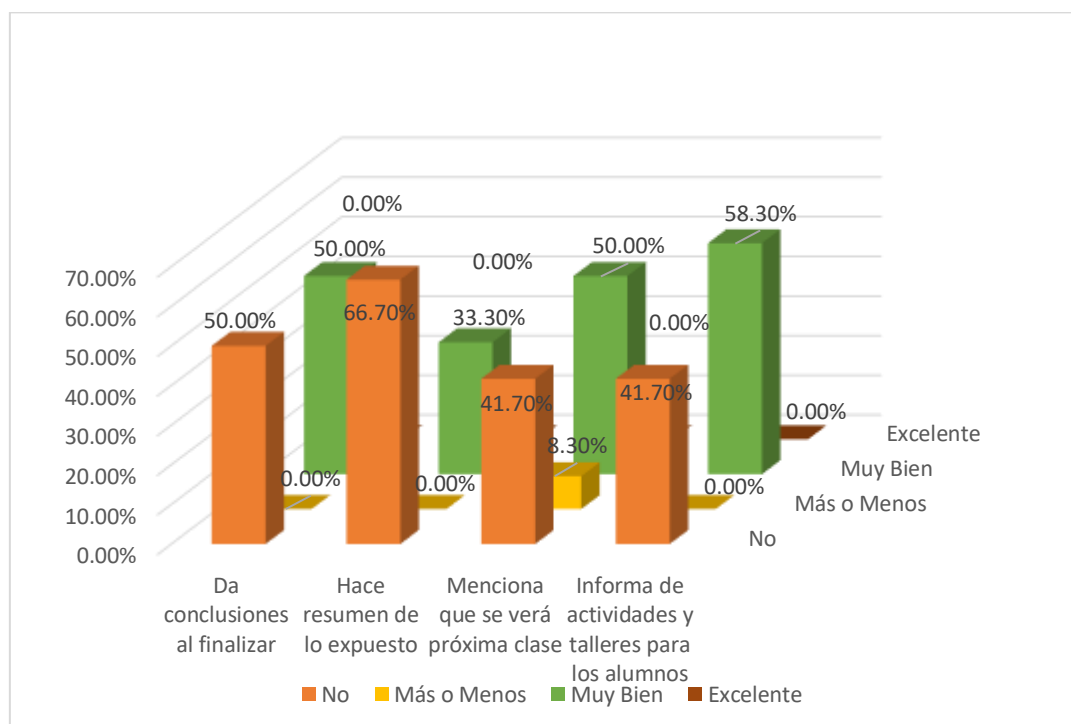
la participación de los estudiantes y da retroalimentación un 16.70% (2 docentes) no lo hicieron; un 33.30% (4 docentes) lo hicieron más o menos, un 25.00% (3 docentes) lo hicieron muy bien y otro 25.00% (3 docentes) lo hicieron excelente. Con relación a si da ejemplos de lo que explica, el 16.70% (2 docentes) lo dieron más o menos y el 83.30% (10 docentes) lo hicieron muy bien.

En esta segunda parte de la estrategia usada en el desarrollo de la clase se destacan dos puntos, el primero que **ningún** profesor fomenta el trabajo colaborativo durante la sesión de clase y lo segundo que la mayoría de los docentes (10) “da ejemplos de lo que explica” muy bien. En el rubro que falta, “anima participación de los alumnos y retroalimenta” 6 profesores alcanzaron altas evaluaciones, con muy bien 3 y con excelente 3 también.

### c) Relacionadas con el cierre de la clase por el docente

**Figura 27**

*Estrategia cierre de clase*



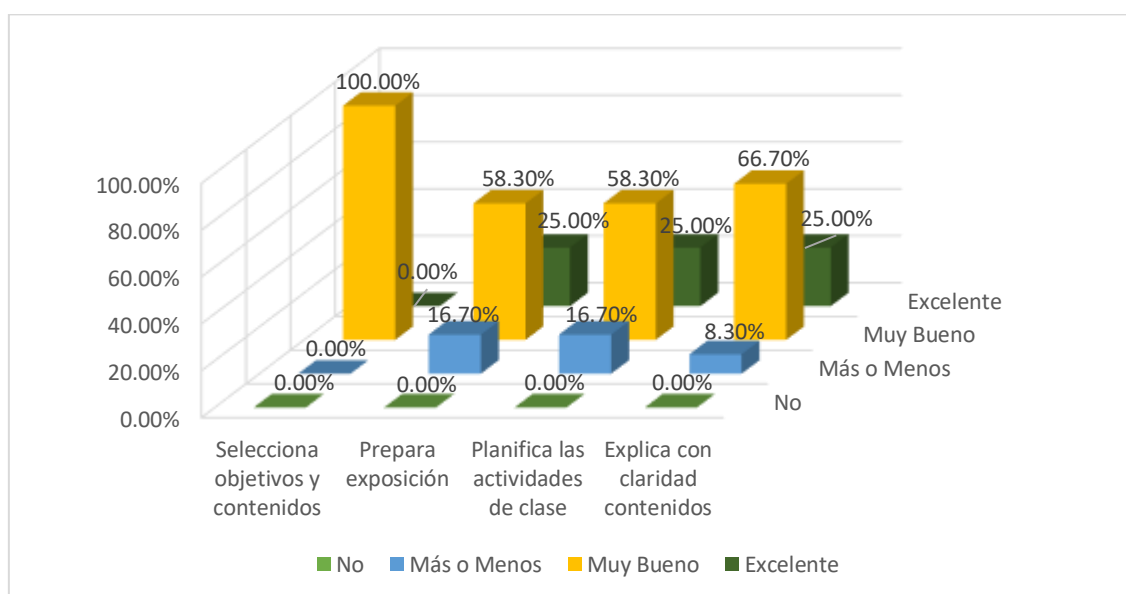
En relación con el cierre de la clase, el docente da conclusiones al finalizar la clase, un 50.00% (6 docentes) no dio las conclusiones y otro 50.00% (6 docentes) lo hizo muy bien. Referente a si hace el resumen de lo expuesto, un 66.70% (8 docentes) no lo hicieron y un 33.30% (4 docentes) lo realizaron muy bien. Respecto a si el docente menciona lo que se verá la siguiente clase, un 41.70% (5 docentes) no lo hicieron en lo absoluto; un 8.30% (1 docente) lo realizó más o menos y un 50.00% (6 docentes) lo mencionaron muy bien. Por último, si el docente informa de actividades y talleres para los alumnos, el 41.70% (5 docentes) no lo hicieron, cabe mencionar aquí que todos ellos pertenecen a los que dictan clases presenciales, un 58.30% (7 docentes) lo hicieron muy bien; aquí se encuentran todos los profesores que dictaron a distancia y uno que dictó presencial.

Cabe resaltar en esta pregunta que las valoraciones se dividen prácticamente en No y Muy Bueno en todos los rubros observados. Sería importante analizar los **No** con los profesores involucrados para mejorar y alcancen las valoraciones de muy bueno o excelente.

#### d) Relacionadas con la metodología empleada: Método Expositivo (Tradicional)

**Figura 28**

*Metodología empleada primera parte*

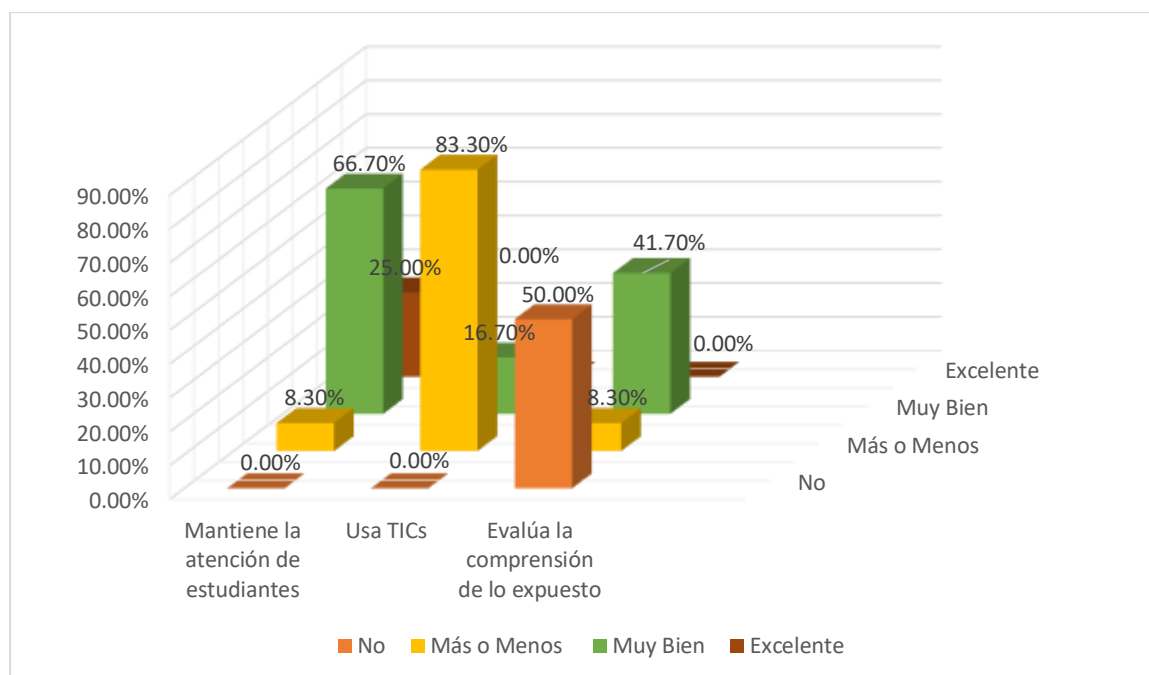


Referente a la metodología empleada, en este caso el Método tradicional, observamos lo siguiente: sobre si selecciona los objetivos y contenidos un 100% (12 docentes) lo hicieron muy bien. Si prepara la exposición, un 16.70% (2 docentes) lo hicieron más o menos, un 58.70% (7 docentes) prepararon muy bien su exposición y un 25.00% (3 docentes) lo realizaron de una manera excelente. Sobre si planifica las actividades de la clase, un 16.70% (2 docentes) las planificaron más o menos, un 58.30% (7 docentes) lo hicieron muy bien y un 25.00% (3 docentes) lo planificaron excelente. Con relación a si explica con claridad los contenidos, un 8.30% (1 docente) lo hizo más o menos; un 66.70% (8 docentes) explicaron muy bien y un 25.00% (3 docentes) lo realizaron de forma excelente.

En general en esta primera parte sobre cómo se aplica la metodología del Método Tradicional, los docentes cumplieron bastante bien los temas analizados, como se observa en el gráfico la mayor puntuación en todos los rubros fue muy bueno.

**Figura 29**

*Metodología empleada segunda parte*



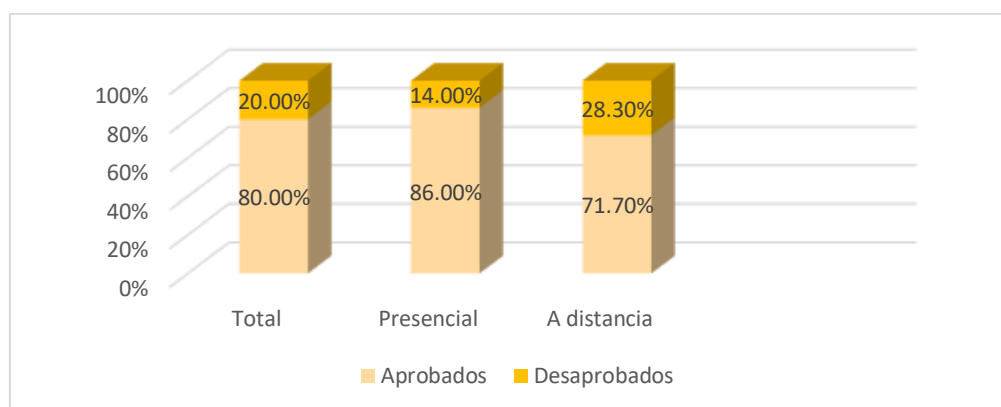
En esta segunda parte de la aplicación de la metodología Método Tradicional, se observó que los docentes en un 8.30% (1 docente) mantuvieron la atención de los estudiantes más o menos, un 66.70% (8 docentes) lo hicieron muy bien y un 25.00% (3 docentes) mantuvieron la atención de forma excelente. En relación con el uso de herramientas computacionales, las famosas TIC, un 83.30% (10 docentes) las usaron más o menos (sólo lo necesario y suficiente) y un 16.7% (2 docentes) las usaron muy bien (bastante). Referente a si el docente evalúa la comprensión de lo expuesto, un 50.00% (6 docentes) no lo hicieron en absoluto, un 8.30% (1 docente) lo hizo más o menos y un 41.70% (5 docentes) evaluaron la comprensión muy bien.

Es muy importante este gráfico pues permite observar con claridad donde se requiere una capacitación docente significativa, primeramente, en el rubro 2 el uso de las Tics, y segundo en el rubro 3 en la evaluación de la comprensión de lo expuesto.

#### 4.4 Resultados del rendimiento académico (Total de alumnos: 2149)

**Figura 30**

*Rendimiento Académico*



De un total de 2149 alumnos, aprobaron el 80% (1721 estudiantes) y desaprobaron el 20% (428 estudiantes). De los alumnos en forma presencial aprobaron el 86% (1 083 estudiantes) y desaprobaron el 14% (176 estudiantes). De los alumnos a distancia aprobaron el 71.7% (638 estudiantes) y desaprobaron el 28.3% (252 estudiantes).

Sería interesante un análisis de porque rindieron mejor los alumnos presenciales que los de a distancia. Es muy notable que en un curso de cálculo I para ingenieros aprueben tan alto porcentaje de alumnos, eso consolida realmente la metodología empleada para el proceso de enseñanza-aprendizaje.

**4.5 Análisis y Discusión de Resultados:** Respondiendo a la pregunta ¿cuál es la estrategia de enseñanza de docentes del curso de Cálculo diferencial de la facultad de ingeniería de una universidad privada de Lima Metropolitana y su relación con el rendimiento académico de los alumnos? Se halló que el método Blended Learning (75% Método Expositivo (Tradicional) + (25% Aprendizaje Autónomo) resultó ser la metodología empleada para el dictado del curso en cuestión, con una relación muy buena respecto al rendimiento académico de los estudiantes, ya que la aprobación fue del 80% de los alumnos.

Cabe hacer notar que el Método Expositivo (Tradicional) aquí aplicado, varía radicalmente su forma de evaluación. Se puede encontrar en ella dos tipos de evaluación, la formativa y la sumativa, como, por ejemplo: autoevaluaciones, portafolios, exposiciones, trabajos finales con rúbrica, controles y evaluaciones virtuales **recuperables** con ciertos requisitos, etc.

También aplicaron la teoría a problemas de la vida real, así lo indicó un 58.70% de porcentaje acumulado para las valoraciones de más o menos y muy bien, que se pudo apreciar en las clases observadas. El uso de herramientas computacionales (TIC), alcanzó el 100% de porcentaje acumulado para las valoraciones de más o menos y muy bien, de dichas clases observadas también.

Estos resultados concordaron con el trabajo realizado por Alves et al. (2019), titulado “Aprendizaje Basado en Problemas: Una herramienta para la enseñanza de integrales definidas y el cálculo de áreas”, donde concluyeron que las percepciones de los estudiantes mejoraron sustancialmente (respecto a las aplicaciones del cálculo diferencial), al experimentar por ellos

mismos que la teoría estudiada en clases se pudo aplicar a problemas de la vida real. También aumentó su motivación por aprender herramientas computacionales.

Del mismo modo esta otra investigación, la de López y Peña (2022) de la Universidad Politécnica de Cataluña-Barcelona Tech (UPC) – España titulada: “Mejora del currículo de cálculo en las carreras de ingeniería: Implementación de aplicaciones tecnológicas” dio como resultado que el uso de herramientas computacionales mejora la comprensión de los conceptos matemáticos, lo que conllevó a un mejor rendimiento académico de los alumnos de la Facultad de Ingeniería.

Ahora bien, en contraposición con lo hallado en la parte del Método Expositivo (Tradicional) en este trabajo, se encontró la investigación llevada a cabo por Mendaña et al. (2019) en su estudio: “Metodología Clase invertida: Percepción de los alumnos de diferentes Grados universitarios”, donde concluyeron que respecto a la pregunta a los alumnos, sobre que metodología preferirían en el futuro para el curso de Cálculo diferencial, el método tradicional o el aula invertida, los porcentajes acumulados para las valoraciones “bastante” y “mucho” del aula invertida, ascienden al 72%.

Según los creadores de la metodología del Aula Invertida, esta técnica consigue que el alumno sea el protagonista de su propio aprendizaje, obteniendo todo el conocimiento en casa para discutirla después en clase, lo opuesto a la metodología expositiva (tradicional).

Por otro lado, esta investigación también apuntó al rendimiento académico de los estudiantes en relación con la metodología usada. Lo que se halló fue que un 80% (1 721 estudiantes) aprobó la materia con esta metodología Blended Learning (75% Método Expositivo (Tradicional) + 25% Aprendizaje Autónomo). De los estudiantes en forma presencial aprobaron el 86% (1083 alumnos) y de los alumnos a distancia el 71.70% (638 alumnos).



Contrario a este hallazgo tenemos esta investigación que también trató sobre el rendimiento académico, pero aplicando la metodología del Aula invertida, la de Fung et al. (2021) en el trabajo titulado: “Revisión sistemática de la literatura de aula invertida en matemáticas”, donde concluyeron que si se fomenta el trabajo colaborativo entre el estudiantado, se da el feedback correspondiente por los maestros y se propicia la discusión en clase, la metodología del aula invertida produce un mejor rendimiento académico que la metodología expositiva (tradicional), sino el resultado es incierto. Cabe resaltar que todas esas condiciones para que la metodología del Aula invertida funcione también se pueden aplicar sin ningún problema en la Metodología Expositiva.

Por otro lado, Barbosa et al. (2008), aseveran que al usar el método expositivo (tradicional) en la enseñanza, se busca mejorar el **rendimiento de los alumnos**, la discusión y las actividades de aprendizaje.

A pesar de no haber encontrado para la realización de este trabajo de investigación ningún estudio sobre la metodología Blended Learning, como método de enseñanza en el curso de Cálculo diferencial, al realizar la triangulación de los resultados obtenidos respecto al Syllabus, Metodología empleada y, el rendimiento académico de los alumnos del curso de Cálculo diferencial, de una universidad privada de Lima Metropolitana, se obtuvo que un Syllabus bien elaborado, más una metodología bien aplicada -en este caso la Blended Learning- dio como resultado un alto rendimiento académico de los estudiantes.

Según Khiabet (2020), la metodología Blended learning es un aprendizaje mixto, empleando los aciertos del e-learning y los puntos más significativos de la educación presencial, donde se mantiene el contacto humano, el sentido de pertenencia a una Institución Educativa, el acompañamiento, la motivación y el trabajo en grupos colaborativos.

## CAPÍTULO 5

### Conclusiones, recomendaciones y nuevas investigaciones

#### 5.1 Conclusiones:

Como primera conclusión se determina que la metodología empleada para el curso del cálculo diferencial es la Blended Learning. Se combinaron en esta metodología de enseñanza el Método Expositivo (Tradicional) 75% con el Aprendizaje Autónomo 25%.

Como segunda conclusión se determina que esta metodología influye significativamente en los resultados académicos de los estudiantes. Aprobaron el curso el 80% (1 721 estudiantes). El porcentaje de aprobados para las clases presenciales fue del 86% (1083 estudiantes) y para las clases a distancia fue del 71.70% (638 estudiantes).

Por otro lado, es importante resaltar que esta metodología de enseñanza Blended Learning no se encontró en ninguna de las investigaciones analizadas previas a este trabajo, todas deseaban determinar cuan efectivas podían ser las nuevas metodologías de enseñanza-aprendizaje, que eran ofrecidas y promocionadas por los diferentes entes educativos, descartando de plano el método expositivo (tradicional) debido al constante fracaso al emplearla en el curso de Cálculo I en estudiantes de ingeniería.

Entonces, ¿cómo así la metodología Blended Learning que tiene un 75% de método expositivo (tradicional) en este caso, resultó ahora ser tan eficiente para los alumnos de ingeniería del curso de Cálculo I?

Esto es indubitablemente debido a dos factores, el más importante fue su **innovadora modalidad de evaluación**. Una efectiva modalidad en el sistema de evaluación, que se mantuvo continua a lo largo de todo el curso, donde se incluyó la autoevaluación, elaboración de portafolios, exposiciones, evaluaciones y controles virtuales **recuperables**.

Se hizo de la **evaluación un instrumento de aprendizaje**, lo cual trajo excelentes dividendos entre los estudiantes.

El segundo factor fue la manera como se desarrolló el curso empleando dicho método. Aunque se usó el método expositivo durante las clases, se le agregó al curso innovaciones muy relevantes que despertaron el interés y aumentaron la motivación de los alumnos para comprometerse totalmente con la materia. Estos fueron:

- a. Elaboración de un buen **diseño instruccional** de las clases por los docentes, esto es algo totalmente nuevo en los claustros universitarios.
- b. La mayoría de los docentes explican con mucha claridad los contenidos.
- c. Continua **tutorización y talleres** virtuales a los estudiantes.
- d. Reunión de coordinación cada semana con todos los docentes del curso para discutir la correcta implementación de la metodología Blended Learning en cada tema del curso.

Referente al Aprendizaje Autónomo, no se pudieron observar las clases para ver como el docente encargado las desarrollaba cuando se reunía con los alumnos. Aunque, si se pudo determinar la importancia que le daban los profesores -en las clases presenciales y a distancia que si se pudieron observar- explicándoles a los alumnos los pasos a seguir para cumplir con todos los requerimientos exigidos de esa metodología y, los beneficios en su rendimiento académico que otorgaba hacerlos correctamente.

Al final lo que se logró con la metodología Blended learning en esta universidad, fue no solamente el buen desarrollo de las competencias del conocimiento, actitud y aptitud, sino también, el razonamiento cuantitativo, la honestidad, el compromiso, aprender a aprender y la responsabilidad.

Para concluir, lo más relevante e importante de este estudio no fue haber hallado la metodología ideal para la enseñanza del cálculo diferencial, sino que el cambio más sustancial y significativo fue la forma de evaluar a los alumnos, cualquier metodología puede resultar buena bien implementada, pero para este curso de matemáticas la forma de evaluar es lo que va a determinar en los alumnos su éxito o fracaso. Como bien explican Alsina y Rodríguez (2001),

que no cabe la menor sospecha que el centro de cualquier acción educativa es el aprendizaje. Pero al analizar diferentes artículos, es la evaluación la que condiciona de tal forma el desenvolvimiento del aula que se podría afirmar entonces que ese centro no es el aprendizaje sino la evaluación. Para Alsina y Rodríguez (2001) el significado de la evaluación es: “De la concepción tradicional de la evaluación, situada como acto final, hoy se reconoce que no es un acto final ni un proceso paralelo, sino algo imbricado en el mismo proceso de aprendizaje, creándose relaciones activas y circulares” (p. 27).

## **5.2 Recomendaciones:**

Establecidas las conclusiones de esta investigación se procede a dar las siguientes recomendaciones:

1. Que los docentes hagan uso de la herramienta educativa de hacer trabajar en grupos colaborativos a los estudiantes.
2. Que los profesores puedan compartir el video de sus clases con sus colegas, pues se pueden encontrar clases magistrales de algún tema que servirían de mucho, para que un docente novel pueda aprender de ella y así mejorar la calidad de su trabajo.
3. Que la institución educativa capacite constantemente a sus docentes en el uso de las diferentes herramientas computacionales para el curso de Cálculo I como, Matlab, GeoGebra, Wolfram Mathematic, MaPle (MATHematical PLEasure), Kahoot, etc.
4. Y lo más fundamental, que la universidad, que ya tiene experiencia empleando esta innovadora metodología, la promocióne por medio de capacitaciones y talleres, sobre todo entre las diferentes universidades del país.

De tal modo que sería una excelente oportunidad para ayudar a menguar el fracaso estudiantil y por ende la deserción de talentos en la ingeniería que se ven frustrados por el difícil escollo de aprobar el curso de Cálculo I (Zabala et al., 2022).

### 5.3 Nuevas investigaciones:

A raíz del desarrollo de esta investigación aparecen nuevos temas de investigación como, por ejemplo:

1. Qué es más relevante en un proceso de enseñanza-aprendizaje, la metodología de enseñanza o el sistema de evaluación.
2. Qué resultados se obtendrían si mantengo el sistema tradicional de enseñanza, pero cambio totalmente el modo de evaluar.
3. Qué resultados se obtendrían si cambio la metodología tradicional por una nueva, pero mantengo la evaluación tradicional.
4. Empleando la metodología Blended-learning, que otras combinaciones metodológicas de enseñanza podrían conseguir un aprendizaje a profundidad, buen rendimiento académico y el desarrollo de las competencias más importantes.
5. En esta metodología Blended Learning que se aplicó a todos los estudiantes de ingeniería del curso de Cálculo I. ¿Por qué los alumnos presenciales aprobaron en un 15% más que los alumnos a distancia?

## REFERENCIAS

- Alcantud, J., Matos, L., & Palmero, C. (2007, junio 19-22). *MAPLE, herramienta didáctica para la enseñanza de la estadística en economía, ciencias e ingenierías* [Actas del congreso]. El espacio europeo de educación superior. Una oportunidad para las enseñanzas técnicas, Zamora, España.  
<https://www.semanticscholar.org/paper/MAPLE%2C-herramienta-did%C3%A1ctica-para-la-ense%C3%B1anza-de-e-Alcantud-Matos/9cac4b52ebf1b9640aa14d53f0c7b40ba0a1b693>
- Aguirre-García, J., & Jaramillo-Echeverri, L. (2012). Aportes del método fenomenológico a la investigación educativa. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 8(2), 51-74. <https://www.redalyc.org/pdf/1341/134129257004.pdf>
- Alsina, M., & Rodríguez, F. (2001). Estrategias de evaluación de los aprendizajes centradas en el proceso. *Revista Española de Pedagogía*, 59(218), 25–48.  
<http://www.jstor.org/stable/23765840>
- Alves, I., Mancebo, M., Boncompagno, T., Junior, W., Romao, E., & García, R. (2019). Aprendizaje Basado en Problemas: Una herramienta para la enseñanza de integrales definidas y el cálculo de áreas. *Revista Internacional de Tecnología de la Información y la Educación*, 9(8), 589-593. <https://doi.com/10.18178/ijiet.2019.9.8.1272>
- Aréchiga, J., Díaz, S., Salazar, J., & Andrade, D. (2019). Testing GeoGebra as an effective tool to improve the understanding of the concept of limit on engineering students. *Journal of Physics: Conference Series*, 1408(1), 012008.  
<https://doi.com/10.1088/17426596/1408/1/012008>
- Barbosa, L., Rejane, E., & Teixeira, M. (2008). Promoción de un ambiente de aprendizaje positivo. *Investigación y Educación en Enfermería* 26 (2), 106-112.  
<https://www.redalyc.org/pdf/1052/105215278009.pdf>
- Bautista, G., & Escofet, A. (2013). Introducción. *Enseñar y Aprender en la Universidad* (p. 7). Ediciones Octoedro.
- Bigotte, M., Queiroga, A., & Cáceres, M. (2021). Differential and integral calculus in first-year engineering students: A diagnosis to understand the failure. *Mathematics*, 9(1), 1-18.  
<https://doi.com/10.3390/math901006>
- Brown, A. (s.f.). *Acelerando la enseñanza de la matemática: Matemática multiplica el éxito en la clase*. WOLFRAM computation meets knowledge. Recuperado el 25 de agosto de 2022, de <https://www.wolfram.com/customer-stories/mathematica-multiplies-classroom-success.es.html?footer=lang>
- Ccama, R. (2017). Uso de recursos didácticos en el aprendizaje del Cálculo diferencial e integral en los estudiantes de ingenierías de la Universidad Alas Peruanas. *Revista de investigaciones de la escuela de posgrado de la Universidad Nacional del Altiplano*, 6(4), 370-376. <https://dx.doi.org/10.26788/riepg.2017.4.61>

- Casado, M. (s.f.). *Manual Básico de Matlab*. Servicios Informáticos UCM. <https://webs.ucm.es/centros/cont/descargas/documento11541.pdf>
- Castañeda, D. (2019). Formulación de una estrategia didáctica para la enseñanza del cálculo diferencial. *Cuadernos pedagógicos: pedagogía, didáctica y evaluación*, 1(1), 35-39. <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/a5654a4b-690d-4d26-b184-9ea988a68cf0/content>
- Coloma, C. (2015). Nuevos desafíos en la docencia universitaria. *En Blanco y Negro*, 6(1). <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/enblancoynegro/article/view/13724>
- Cook, E. (2021). Practice-Based Engineering: Mathematical Competencies and Micro-Credentials. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics*, (7), 284–305. <https://doi.org/10.1007/s40753-020-00128-3>
- Cruz, L. (2006). *Propuesta de una Estrategia de Apoyo para la Enseñanza del Cálculo Integral en la Preparatoria* [Tesis de maestría, Tecnológico de Monterrey]. Repositorio académico TEC. <https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/629013/33068001110991.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Daza, G., & Garza, B. (2018). Actitudes hacia el Cálculo Diferencial e Integral: Caracterización de Estudiantes Mexicanos del Nivel Medio Superior. *Bolema – Mathematics Education Bulletin*, 32(60), 279-302. <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v32n60a14>
- del Moral, C. (2012). Didáctico general para el diseño y desarrollo de experiencias de aprendizaje significativas en la formación del profesorado. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 16(2), 421-452. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=56724395024>
- Deroncele-Acosta, Á., Medina-Zuta, P., Goñi-Cruz, F., Montes-Castillo, M., Román-Cao, E., & Gallegos-Santiago, E. (2021). Innovación Educativa con TIC en Universidades Latinoamericanas: Estudio Multi-País. *Revista iberoamericana sobre calidad, eficacia y cambio en educación*, 19(4). <https://doi.org/10.15366/reice2021.19.4.009>
- Faulkner, B., Herman, G., & Earl, K. (2017, June 24-28). *Board # 36: Engineering Faculty Perspectives on Student Mathematical Maturity Paper* [Conferencia]. American Society for Engineering Education (ASEE) Annual Conference & Exposition, Columbus, Ohio. <https://peer.asee.org/27839>
- Fornons, V., & Palau, R. (2021). Flipped classroom in the teaching of mathematics: A systematic review. *Education in the knowledge Society (EKS)*, 22, e24409 <https://doi.org/10.14201/eks.24409>
- Fung, C., Besser, M., & Poon, K. (2021). Revisión sistemática de la literatura de aula invertida en matemáticas. *Revista Eurasia de Matemáticas, Ciencia y Educación Tecnológica* 17(6), 1-17. <https://doi.com/10.29333/ejmste/10900>

- Gaitán, V. (s.f.). *Gamificación: el aprendizaje divertido*. educativa. Recuperado el 2 de octubre de 2022, de <https://www.educativa.com/blog-articulos/gamificacion-el-aprendizaje-divertido/>
- Garcés-Córdova, W., & Font-Moll, V. (2022). Criterios que guían la práctica del profesor de matemáticas en cursos de ciencias básicas para ingenieros. *Revista Uniciencia* 36(1), 1-17. <https://dx.doi.org/10.15359/ru.36-1.5>
- Genc, O., Metzler, I., & Reif, U. (2021, April 26-29). *Effects of digital tasks on learning math for first-year engineering students* [Conferencia]. Contributions to the 4<sup>th</sup> International STACK Conference, Tallinn, Estonia. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4916085>
- González, V. (s.f.). *Metodologías y estrategias para la enseñanza en línea. Aprendizaje Basado en el Juego (ABJ)*. GITE Grupo de Investigación de Tecnología Educativa. Recuperado el 3 de setiembre de 2022, de <https://www.um.es/innova/webformacion/metodologias/ficha-Juego.pdf>
- Hopkins, D. (2008). Hacia una buena escuela: experiencias y lecciones. *Revista del currículum y formación de profesorado* 14(3), 307-310. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7240483>
- Imbernón, F. (s.f.). *Innovación, profesionalidad y cambio en la docencia universitaria*. Academia. Recuperado el 3 de junio de 2022, de <https://www.academia.edu/4179320/INNOVACION%20Y%20CAMBIO%20EN%20LA%20DOCENCIA%20UNIVERSITARIA>
- Khiabet, C. (2020, 13 de febrero). *¿Qué es la metodología Blended?* BEDU. Recuperado el 3 de enero de 2023, de <https://bedu.org/blog/educacion/que-es-la-metodologia-blended>
- La Universidad de Internet, (2020). *¿Qué es el aprendizaje basado en problemas?* UNIR. Recuperado el 8 de diciembre de 2022, de <https://www.unir.net/educacion/revista/aprendizaje-basado-en-problemas/>
- Lima, N., Zannin, M., Viegas, C., Marques, A., Alves, G., Felgueiras, M., Costa, R., Fidalgo, A., Da Silva, J., Pozzo, M., Dobboletta, E., & Gustavsson, I. (2017, June 6-8) [Conferencia]. *The VISIR+ project-helping contextualize math in an engineering course*. 4<sup>th</sup> Experiment@ International Conference, Faro, Portugal. <https://doi.com/10.1109/EXPAT.2017.7984369>
- López, M., & Peña, M. (2022). Mejora del currículo de cálculo en las carreras de ingeniería: Implementación de aplicaciones tecnológicas. *Matemáticas* 10(3), 341. <https://doi.com/10.3390/math10030341>
- Martí, I. (2003). *Diccionario enciclopédico de educación*. Ediciones CEAC.
- Massié, A. (2010, marzo). *El estudiante autónomo y autorregulado*. Recuperado el 18 de diciembre de 2022, de [http://autonomouslearningteacherkat.weebly.com/uploads/1/6/7/1/16715350/doc\\_2.pdf](http://autonomouslearningteacherkat.weebly.com/uploads/1/6/7/1/16715350/doc_2.pdf)



- Mendaña-Cuervo, C., Poy-Castro, R., & López-González, E. (2019). Metodología Clase invertida: Percepción de los alumnos de diferentes Grados universitarios. *International Journal of Technology and Educational Innovation*, 5(2), 178-188. <https://doi.org/10.24310/innoeduca.2019.v5i2.5223>
- Mateus-Nieves, E. (s.f.a). *Cálculo Diferencial*. Educación Matemática. Recuperado el 15 de diciembre de 2022, de <https://edumatth.weebly.com/caacutelculo-diferencial.html>
- Mateus-Nieves, E. (s.f.b). *Cálculo Integral*. Educación Matemática. Recuperado el 15 de diciembre de 2022, de <https://edumatth.weebly.com/caacutelculo-integral.html>
- Nolasco, M. (s.f.). *Estrategias de enseñanza en educación*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Recuperado el 12 de diciembre de 2022, de <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa4/n4/e8.html>
- Pavanelo, E., & Lima, R. (2017). Aula invertida: El análisis de una experiencia en la disciplina de Cálculo I. *Bolema-Mathematics Education Bulletin*, 31(58), 739-759. <https://doi.com/10.1590/1980-4415v31n58a11>
- Powell, J. & Kleiner, A. (2021). *Estudio de caso. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas UPC*. IFC Corporación Financiera Internacional. Recuperado el 18 de octubre de 2022, de <https://www.ifc.org/content/dam/ifc/doc/mgrt/upc-casestudy-spanish-updated-12-7-2021.pdf>
- Hernández, J. (2010). ¿Qué es GeoGebra? *Temas para la Educación* (8). <https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd7158.pdf>
- Quispe, J. (2018) *Estrategias de enseñanza del cálculo diferencial e integral en el nivel de pregrado de la facultad de ingeniería de la universidad mayor de San Andrés empleando el software matemático* [Tesis de maestría, Universidad Mayor de San Andrés]. Repositorio Institucional UMSA. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/7037/browse?value=Quispe+Apaza%2C+Juan+Carlos&type=author>
- Rincón, E., Ramírez, M., & Mena, J. (2016). *La gamificación basada en desafíos y su impacto en la enseñanza matemática*. Tecnológico de Monterrey. Recuperado el 20 de noviembre de 2022, de <https://hdl.handle.net/11285/620898>
- Ríos, W. (2021). Argumentación en educación matemática: elementos para el diseño de estudios desde una revisión bibliográfica. *Amazonía investiga* 10(41), 96-105. <https://doi.org/10.34069/AI/2021.41.05.9>
- Rivadeneira, J. (2012). *Aprendizaje colaborativo en el desarrollo profesional de los alumnos de segundo año de psicología clínica de la universidad técnica San Antonio de Machala y propuesta de modulo docente*. [Tesis de maestría, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Institucional de la Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/1314>
- Román, R. (2021, 26 de junio). *Microcredenciales y Blockchain para la Educación*. Institute for the Future of Education. Recuperado el 12 de enero de 2023, de

<https://observatorio.tec.mx/edu-news/microcredenciales-y-blockchain-en-la-educacion/>

Salas, D. (2021, 9 de febrero). *El estudio de caso*. Investigalia. Recuperado el 10 de diciembre de 2022, de <https://investigaliacr.com/investigacion/el-estudio-de-caso/>

Salvatierra, A., Romero, S., & Shardin, L. (2021). Khan Academy: Fortalecimiento del aprendizaje de Cálculo I en estudiantes universitarios. *Propósitos y Representaciones*, 9(1), e1042. <https://doi.org/10.20511/pyr2021.v9n1.1042>

Shodikin, A., Novianti, A., & Sumarno, W. (2019) Mathematics pre-service teachers' thinking process in solving modeling task in differential calculus course. *Journal of Physics: Conference Series* 1157(2). <https://doi.com/10.1088/1742-6596/1157/2/022127>

Sri, H., Julius, S., & Bhagyalakshmi, P. (2021). A smart board approach in teaching engineering mathematics course. *Journal of Engineering Education Transformations*, 34, 271-276. <https://doi.org/10.16920/jeet/2021/v34i0/157154>

Universidad Contemporánea de las Américas (2021, 21 de abril). *¿Aula invertida? Qué es y cómo aplicarla*. UNICLA. Recuperado el 10 de diciembre de 2022, de <https://unicla.edu.mx/blog-unicla/entretenimiento/aula-invertida-que-es-y-como-aplicarla/>

Universidad de las Américas Puebla (s.f.). *Metodología Principios del enfoque fenomenológico*. Recuperado el 20 de octubre de 2022, de [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/mce/bonilla\\_h\\_s/capitulo3.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/mce/bonilla_h_s/capitulo3.pdf)

Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (s.f.). *Facultad de Ingeniería/Infraestructura*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas UPC. Recuperado el 20 de octubre de 2022, de <https://pregrado.upc.edu.pe/facultad-de-ingenieria/>

Viñas, M. (s.f.). *Khan Academy: Una nueva manera de enseñar matemáticas y más*. The academy TOTEMGUARD. Recuperado el 20 de noviembre de 2022 de <https://www.totemguard.com/aulatotem/2011/05/khan-academy-una-nueva-manera-de-ensenar-matematicas-y-mas/>

Yanapa, E. (2020). *Aplicación de videos tutoriales para mejorar el aprendizaje de límites y derivadas en los estudiantes del II Semestre de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Católica de Santa María, Arequipa* [Tesis de maestría, Universidad Católica de Santa María]. Repositorio Institucional UCSM. <http://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/10132>

Zabala, S., García, L., Arciniegas, E., Reina, J., de Benito, B., & Darder, A. (2021). Strengthening motivation in the Mathematical Engineering Teaching Processes: A Proposal from Gamification and Game-Based Learning. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(6), 4-19. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i06.16163>

Zabala, S., García, L., Arciniegas, E., Reina, J., de Benito, B., & Darder, A. (2022). Estrategia didáctica mediada por juegos en la enseñanza de las matemáticas en estudiantes de

primer año de ingeniería. *Revista Eurasia de Educación en Matemáticas, Ciencia y Tecnología*, 18(2), em2012. <https://doi.org/10.29333/ejmste/11707>

## ANEXOS

**Anexo 1***Formato de análisis de syllabus*

<b>1. Información General</b>	
Facultad	
Año	
Semestre	
Curso	
Pre-requisito	
Código	
Créditos	
Docentes	
Fecha de inicio	
Fecha de fin	
Horario	
Horas	
<b>2. Introducción del curso</b>	
<b>3. Logros del curso</b>	
<b>4. Competencias a desarrollar</b>	
<b>5. Evaluación final</b>	
<b>6. Bibliografía</b>	

**7. Organización del proceso de aprendizaje, estrategias y temáticas**

Unidad	Temas y sub-temas	Horas	Fechas (día/mes)	Logros específicos	Estrategias de enseñanza-aprendizaje	Experiencias de aprendizaje por horas	Recursos didácticos	Evaluación
1								
2								
3								

**Anexo 2***Formato de análisis para las clases presenciales y/o a distancia*

No = 1      Más o Menos = 2      Muy Bien = 3      Excelente = 4

Inicio de clases		
Cuestiones relacionadas con el inicio de la clase	Fundamentos conceptuales (de donde proviene)	Puntaje del evaluador
¿El docente comienza con una estrategia para despertar el interés de la audiencia?	Principios de engagement	
¿El docente explica el logro de la clase?	Cinco primeros minutos de una clase	
¿El docente menciona la bibliografía necesaria para la clase?		
¿El docente relaciona el tema con un caso de la vida real?		
Desarrollo de clase		

<b>Cuestiones relacionadas con el desarrollo de la clase</b>	<b>Fundamentos conceptuales (de donde proviene)</b>	<b>Puntaje del evaluador</b>
¿El docente comienza relacionando saberes previos o lecciones pasadas con la lección actual de manera que conecta con el contenido anterior?	Activación de elementos previos como elemento clave para potenciar aprendizajes	
¿El docente desglosa de manera clara y organizada los puntos que se verán en la clase?	Estructura de clases magistrales	
¿Se evidencia una sucesión de contenidos o temáticas?	Principios de aprendizaje	
¿El docente fomenta el trabajo colaborativo entre los alumnos para resolver problemas planteados?	Aprendizaje significativo	
¿El docente anima a participar a los estudiantes dando la retroalimentación respectiva?	Conexión del video con emociones	
¿El docente pone ejemplos de lo que está hablando?		
<b>Cierre de clase</b>		
<b>Cuestiones relacionadas con el cierre de la clase</b>	<b>Fundamentos conceptuales</b>	<b>Puntaje del evaluador</b>
¿El docente establece conclusiones de acuerdo con lo planteado en el inicio de la clase?	Cinco últimos minutos de la clase	
¿El docente realiza resúmenes o síntesis relevantes de lo abordado en la clase?	Principios de aprendizaje	
¿El docente menciona los puntos que se verán en la próxima sesión?		
¿El docente informa sobre las actividades y talleres en que los alumnos deben participar en la semana?		
<b>Medio expositivo (tradicional)</b>		
<b>Cuestiones relacionadas con la metodología usada: Medio Expositivo (Tradicional)</b>	<b>Fundamentos conceptuales</b>	<b>Puntaje del evaluador</b>
¿El docente selecciona los objetivos y contenidos de la clase?	Diseño instruccional	
¿El docente prepara su exposición y decide estrategias comunicativas a utilizar durante la clase?		

¿El docente planifica las actividades para la clase?		
¿El docente explica con claridad los contenidos?		
¿El docente mantiene la atención de los estudiantes?		
¿El docente hace uso de las TIC?	Teoría cognitiva del aprendizaje multimedia	
¿El docente evalúa la comprensión de lo expuesto al consultar aspectos claves y relevantes de la exposición?		
Aula invertida		
Cuestiones relacionadas con la metodología usada: Aula Invertida	Fundamentos conceptuales	Puntaje del evaluador
¿Prepara los materiales que servirán a los alumnos para familiarizarse con los principales conceptos del tema?	<b>Metodología Aula Invertida</b>	
¿Envía a sus alumnos los materiales didácticos seleccionados o elaborados y les encarga que preparen el tema en clase, que solucionen el cuestionario de control enviado y que anoten y compartan con el profesor todas sus dudas?		
¿Planifica y prepara las sesiones en función de las dudas de los alumnos?		
¿Dedica los primeros minutos de clase en repasar el cuestionario enviado a los alumnos y despejar sus dudas?		
¿Consolida los conceptos adquiridos mediante la realización de actividades?		
¿Dedica una o varias sesiones al trabajo colaborativo, y reta a sus alumnos a resolver un problema, elaborar un proyecto, aprender a través de la experimentación, participar en un debate o realizar una investigación?		
¿Anima a sus alumnos a trabajar en equipo mas allá de		

las paredes del aula a través de entornos colaborativos?		
¿Revisa el trabajo realizado por los alumnos y lo comparte con toda la clase?		
¿Evalúa el trabajo de los alumnos mediante una rúbrica donde figuren los objetivos cognitivos y competencias definidos al principio?		
<b>Aprendizaje colaborativo-cooperativo</b>		
<b>Cuestiones relacionadas con la metodología usada: aprendizaje colaborativo-cooperativo</b>	<b>Fundamentos conceptuales</b>	<b>Puntaje del evaluador</b>
¿Organiza a los alumnos por equipo?	<b>Metodología aprendizaje colaborativo-cooperativo</b>	
¿Promueve la comunicación y respeto entre los alumnos?		
¿Ejerce como guía y conductor de la actividad al principio, para después dejarles asumir su responsabilidad paulatinamente?		
¿Utiliza metodologías y actividades variadas?		
C		
¿Estructura el proceso en varias fases y programa varios hitos para revisar como están desarrollando el trabajo?		
¿Facilita a los alumnos elementos de autoevaluación y coevaluación?		
¿Echa mano de las TIC?		
¿Fomenta la creatividad de los alumnos y les pide que utilicen diferentes herramientas para presentar sus trabajos?		
<b>Gamificación</b>		
<b>Cuestiones relacionadas con la metodología usada: Gamificación</b>	<b>Fundamentos conceptuales</b>	<b>Puntaje del evaluador</b>
¿Transforma el aprendizaje de capacidades y conocimientos en juego?	<b>Metodología aprendizaje por medio de la Gamificación</b>	
¿Propone un reto específico?		
¿Establece las normas del juego?		

¿Crea un sistema de recompensas?		
¿Propone una competición motivante?		
¿Establece niveles de dificultad crecientes?		
<b>Aprendizaje Autónomo</b>		
<b>Cuestiones relacionadas con la metodología usada: Aprendizaje Autónomo</b>	<b>Fundamentos conceptuales</b>	<b>Puntaje del evaluador</b>
¿Cede su posición central en la toma de decisiones?	<b>Metodología del Aprendizaje Autónomo</b>	
¿Fomenta la curiosidad?		
¿Crea una guía bien planificada y personalizada?	De aquellos conceptos que tiene que ir asimilando el estudiante a lo largo del curso	
¿Crea sentido de responsabilidad?		
¿Genera proyectos creativos?		
¿Trabaja la autodisciplina?		
¿Afianza la autoestima del alumno?		
¿Motiva hacia la cooperación con los demás?		
¿Implementa una constante tutorización?		
<b>Blended-Learning</b>		
<b>Cuestiones relacionadas con la metodología usada: Blended</b>	<b>Fundamentos conceptuales</b>	<b>Puntaje del evaluador</b>
¿Permite estudiar con clases presenciales y virtuales?	<b>Metodología Blended</b>	
¿Se promueve la discusión de casos prácticos en las clases?		
¿Se puede acceder a tutorías personales?		
¿Emplean diversidad de metodologías de enseñanza?		
¿Se mantienen enfocados en la comunidad?		
¿Usan diferentes enfoques para la resolución de problemáticas?		
¿Se optimiza el tiempo que es presencial?		



### Anexo 3

Cuestionario a docentes

DIMENSIÓN A: Información general							
Nombre y Apellido _____		Profesión: _____					
Grado Bachiller <input type="checkbox"/>		Título Profesional <input type="checkbox"/>		Grado Magister <input type="checkbox"/>		Grado Doctor <input type="checkbox"/>	
Experiencia Docente: 5-10 años <input type="checkbox"/>		11-15 años <input type="checkbox"/>		16-20 años <input type="checkbox"/>		más de 20 <input type="checkbox"/>	
Metodologías usadas: ¿Qué metodologías usó para cada parte de los temas indicados en el recuadro "Temas"?							
		a	b	c	d	e	f
1	Metodología de enseñanza directa (Método tradicional)						
2	Metodología de enseñanza Blended Learning						
3	Metodología de enseñanza en grupo colaborativo-cooperativo						
4	Metodología de enseñanza del aula invertida						
5	Metodología de aprendizaje basado en juegos						
6	Metodología de aprendizaje autónomo						
7	Otro (especifique):						
Temas:							
	<b>a</b> Derivada de una función en un punto. La derivada como función. Derivabilidad y continuidad. Reglas de derivación	<b>b</b> Regla de la cadena, derivada de funciones trigonométricas. Derivada de funciones implícitas. Problemas.	<b>c</b> Aplicaciones de la derivada: Razones de cambio relacionadas	<b>d</b> Análisis de funciones. Análisis de la segunda derivada.	<b>e</b> Regla de L'Hospital. Retroalimentación de las sesiones anteriores.	<b>f</b> Ejercicios. Teorema del valor extremo. Optimización. Problemas.	
DIMENSIÓN B (Sea lo más específico posible)		Respuesta					
Conocimiento de la metodología	1.	¿Cómo se enteró de las metodologías empleadas?					
	2.	¿Cómo aprendió las metodologías empleadas?					
	3.	¿Qué tanto aprendió de las metodologías empleadas?					
	4.	¿Comprendió su practicidad y potencialidad para aplicar las metodologías empleadas?					
	5.	¿Qué tiempo dedicó para estudiar las metodologías empleadas?					
DIMENSIÓN C (Sea lo más específico posible)							
Experiencia en el uso de la metodología	6.	¿Cómo fue el tiempo al momento de implementar la metodología empleada para un tema específico?					
	7.	¿Por qué usó la metodología empleada para un tema específico?					
	8.	¿Qué dificultades tuvo al aplicar la metodología empleada para un tema específico?					
	9.	¿Esta metodología mejoró tu forma de transferir los conocimientos deseados? ¿Por qué?					
	10.	¿Cuál ha sido la relación entre usar esta metodología y el proceso de enseñanza-aprendizaje de los alumnos?					
DIMENSIÓN D (Sea lo más específico posible)							
	11.	¿Aplicaría esta metodología en otras partes del curso? ¿Por qué?					

<i>Satisfacción del uso de la metodología</i>	12.	¿Recomendaría el uso de esta metodología a sus colegas que dictan el mismo curso?	
	13.	¿Funciona consistentemente esta metodología para cualquier grupo de estudiantes? ¿Por qué?	
	14.	¿Mencione algunos cambios significativos con los estudiantes cuando usó la metodología empleada?	
	15.	¿Qué beneficios tiene al aplicar la metodología empleada?	
	16.	¿Estaría interesado en conocer y aprender nuevas metodologías de enseñanza del cálculo I recomendadas por la universidad?	
<b>Consentimiento</b>	17.	<i>¿Da su consentimiento para utilizar toda la información vertida en este cuestionario en la investigación señalada al inicio de esta?</i>	

*Nota:* Información al 1 de diciembre de 2019. Adaptado de “Metodología flipped classroom: percepción de los alumnos de diferentes grados universitarios”, por Mendaña-Cuervo et al., 2019 (<https://doi.org/10.24310/innoeduca.2019.v5i2.5223>).